

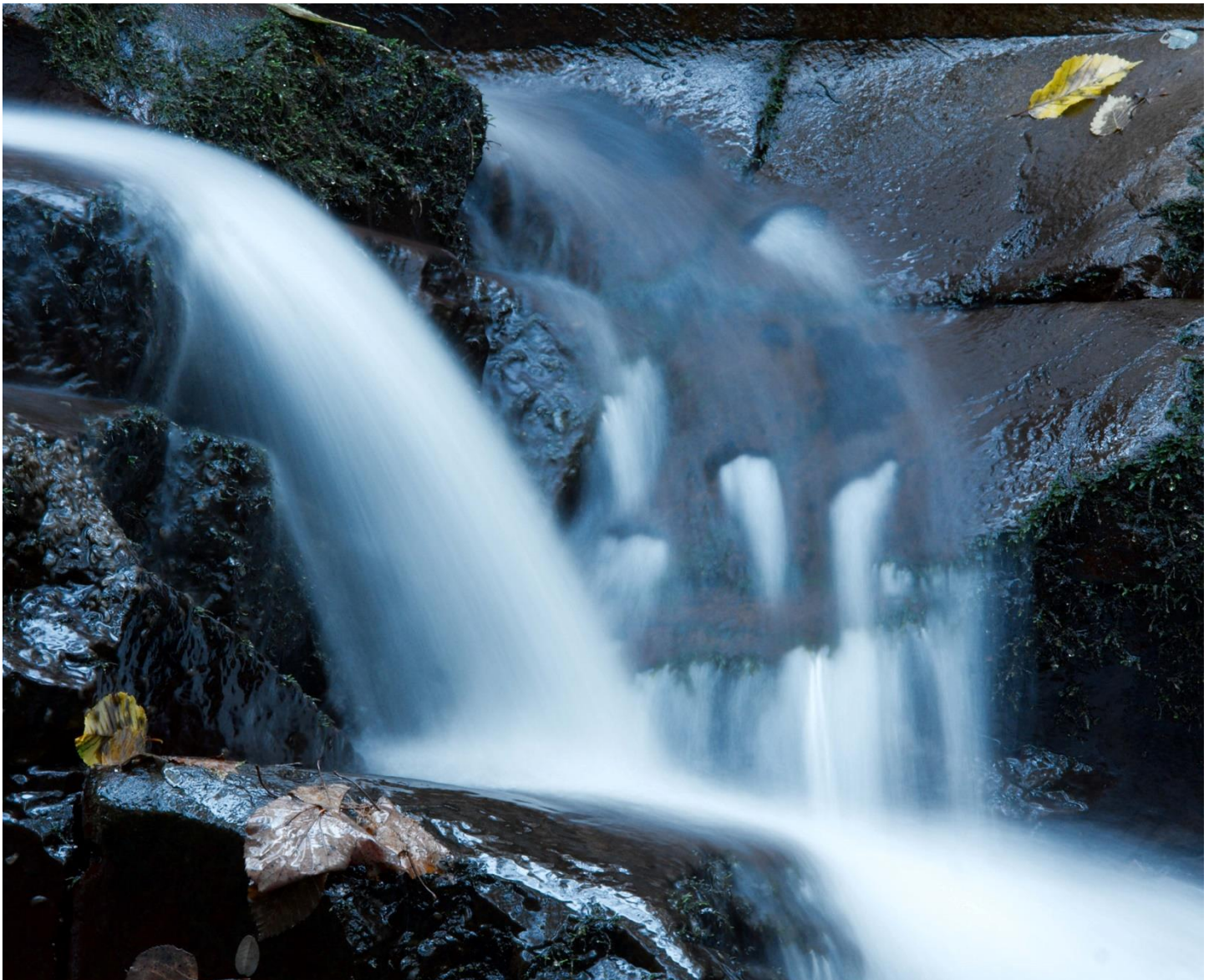
TINE SA

# ► Reguleringsplan for TINE MeierietTretten

Teknisk infrastruktur

Overvann

Oppdragsnr.: 52104445 Dokumentnr.: 52104445-OV-001 Versjon: E02 Dato: 2022-09-30



**Oppdragsgiver:** TINE SA  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Knut Magne Tofte  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Bryggerigata 1, NO-2609 Lillehammer  
**Oppdragsleder:** Ola Aspeslåen  
**Fagansvarlig:** Steinar Myrabø  
**Andre nøkkelpersoner:** Arild Sponberg, Tonje Grini

E02	2022-09-30	For godkjenning hos myndigheter	ArSpo/ToGri	StMyr	OIAsp
B01	2022-09-29	For kommentar hos oppdragsgiver	ArSpo	StMyr	OIAsp
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Problemstilling</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>VASSDRAG OG OVERVANN</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Feltbeskrivelse</b>	<b>6</b>
3.1	Arealbruk	6
3.1.1	<i>Historisk</i>	6
3.1.2	<i>Dagens bruk</i>	7
3.1.3	<i>Framtidig arealbruk</i>	8
3.1.4	<i>Aktsomhets-/faresone</i>	9
3.2	Grunnforhold og feltegenskaper	10
3.2.1	<i>Løsmasser</i>	10
3.2.2	<i>Grunnvann</i>	11
3.2.3	<i>Feltparametere (Nevina)</i>	11
3.2.4	<i>Dreneringslinjer</i>	12
3.3	Eksisterende infrastruktur, vann	14
3.3.1	<i>Oppstrøms planområdet</i>	14
3.3.2	<i>Overvann internt på/ved planområdet</i>	26
<b>4</b>	<b>Overvannshåndtering i planområdet</b>	<b>34</b>
4.1	Hovedprinsipper	34
4.2	Fra oppstrøms side og utløp til Lågen	35
4.3	Overvannshåndtering i planområdet	36
<b>5</b>	<b>Dimensjonering av flomvei</b>	<b>40</b>
5.1	Nedbørfelt	40
5.1.1	<i>Dimensjoneringsunderlag</i>	41
5.1.2	<i>Flomberegning med den rasjonelle metoden</i>	41
5.1.3	<i>Resultat av flomberegning med rasjonelle metode</i>	43
5.2	Nødvendig dimensjon på flomvei	43
	<b>Referanser</b>	<b>45</b>

# 1 Problemstilling

TINE SA har engasjert Norconsult AS til å utarbeide reguleringsplan for TINE Meierietretten i Øyer kommune. Planområdet skal vurderes med hensyn til flom- og overvannsproblematikk. Næringsarealene er bygd ut i flere etapper de senere årene, og det er aktuelt også med framtidige utvidelser i nordre del av planområdet/-tomtearealet. Planområdet omkranses av Dovrebanen i vest, Lågen i øst, og fylkesvegen i nord (se Figur 1).

Rapporten omhandler flom og overvann fra oppstrøms areal i dalsiden, samt på/fra området. Hensynet til Lågen er del av annen utredning.



Figur 1: Industriebbyggelsen ligger mellom Dovrebanen og Lågen på Tretten. Rød avgrensning angir planområdet.

## 2 VASSDRAG OG OVERVANN

Vurderinger knyttet til overflateavrenning (overvann) og vassdrag er ofte hensiktsmessig å gruppere i 3 deler;

1. påvirkning fra oppstrøms side
2. innad på planområdet
3. påvirkning av nedstrøms side

I hvilken grad det bør skilles på vurderinger knyttet til flom i vassdrag og overflateavrenning avgjøres gjerne av vassdragets størrelse. I vannressursloven benyttes begrepet *års sikker vannføring* som definisjon på vassdrag.

### Karakteristisk for planområdet og områdene oppstrøms i vest

Planområdets beliggenhet karakteriseres av at det ligger tett på Lågen, og li-siden som strekker seg til dels bratt oppover i vest med fylkesvegen (MUSDALSVEGEN) som avskjærende element for overvann og flom. Veggen avskjærer den naturlige dreneringen for mindre bekker og overvann over en lengre strekning og vil i en flomsituasjon kunne medføre betydelige mengder flomvann ned til undergangen under jernbanen og videre ut mot Lågen i planområdets nordre del.

Foruten forholdet nevnt over, er hoveddelen av planområdet i liten grad utsatt for påvirkning av overvann fra oppstrøms side da jernbanelinjen vurderes å utgjøre en barriere i vest. Industriarealet bærer ellers preg av høy andel impermeable (tette) overflater og liten grad av overvannshåndtering.

Gitt beliggenheten til planområdet, tett på Lågen, anses manglene i overvannshåndtering internt på industriområdet å medføre små, eller ingen konsekvenser nedstrøms. En skal imidlertid være bevisst mht. konsentrerte utløp ut i skråningen ut mot Lågen og fare for erosjon.

## 3 Feltbeskrivelse

### 3.1 Arealbruk

#### 3.1.1 Historisk

Området mellom jernbanen og Lågen bestod av spredt bebyggelse og skog i 1947 (se Figur 2). Etter etablering av industribebyggelse på området ble et parti ut mot Lågen fylt opp for etablering av parkeringsplass omkring 2003 (Figur 2).



Figur 2: Øverst: Historisk flyfoto fra 1947 (1881.no). Nederst: Flyfoto fra 2003 (1881.no).

### 3.1.2 Dagens bruk

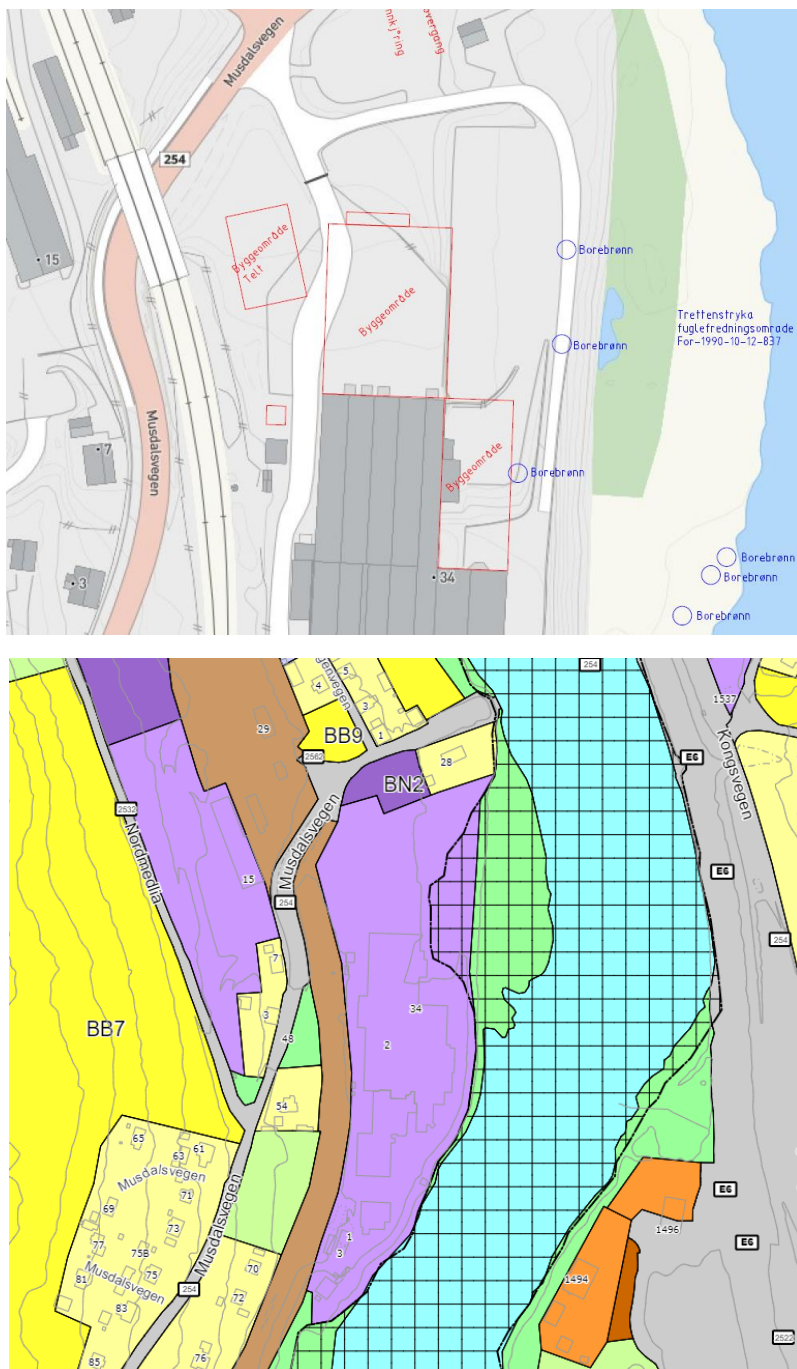
I dag er området bebyggt med næringsbebyggelse og fylkesvegen er lagt om med planfri kryssing av jernbanen. Relativt høy andel av området består enten av bygg eller impermeable (tette) flater på bakkenivå, slik som asfalterte trafikk- og parkeringsareal, samt takflater (se Figur 3).



Figur 3: Dagens situasjon i planområdet.

### 3.1.3 Framtidig arealbruk

Det er planlagt å utvide arealbruken på området; se Figur 4.

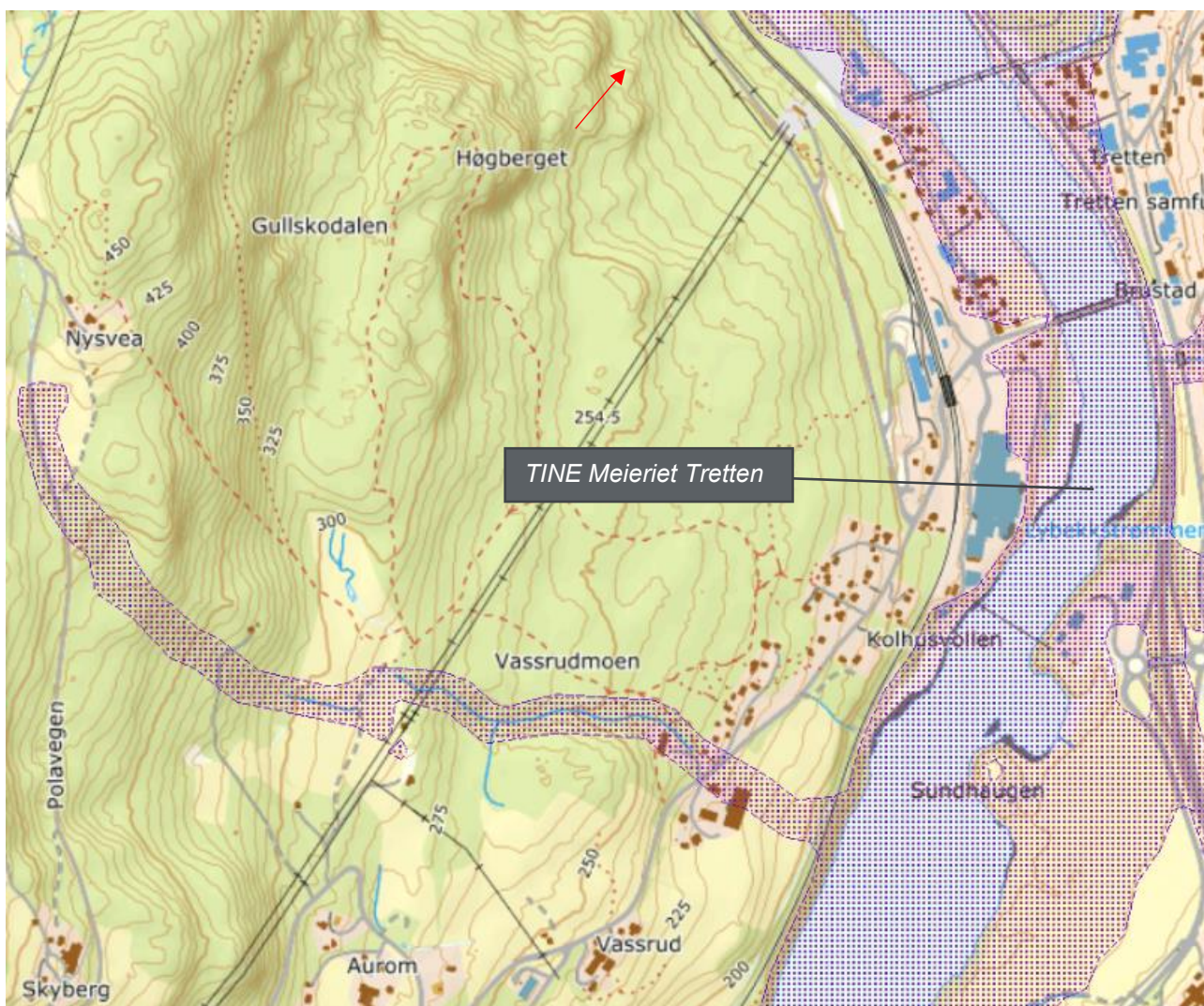


Figur 4: Øverst: viser skisse med aktuell framtidig bebyggelse. Nederst: viser utsnitt fra kommuneplanens arealdel.



### 3.1.4 Aktsomhets-/faresone

I NVE sitt aktsomhetskart for flom er det angitt aktsomhetssone for flom som berører planområdet (Figur 3). Dette gjelder Lågen (ikke behandlet i denne rapporten). En mindre bekk ved Vassrudmoen i sør-vest, som kan påvirke planområdet, har også aktsomhetssone. Disse kartene er basert på GIS-analyser og angir at det er nødvendig å gjøre nærmere vurderinger av reell fare ved tiltak i disse områdene.



Figur 3: Aktsomhetskart for flom i forhold til planområdet (NVE).

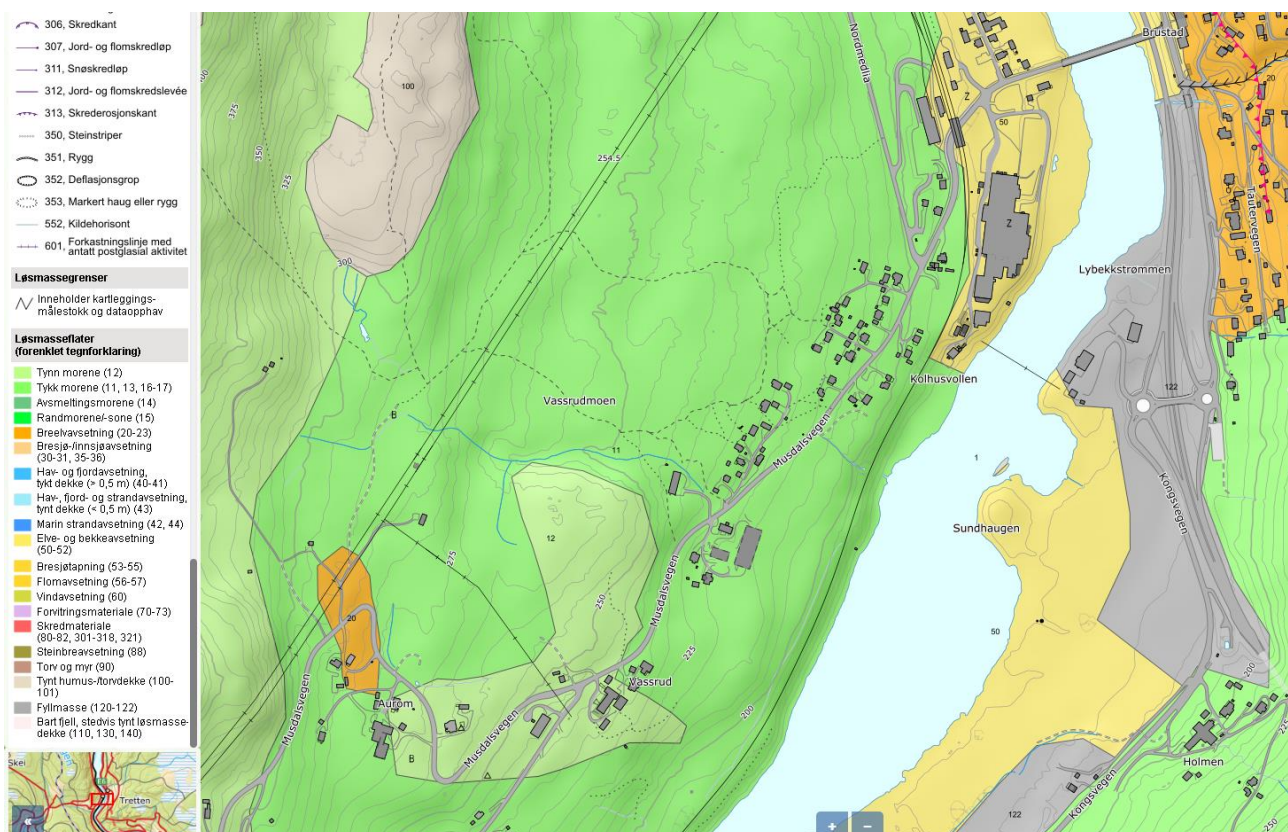
## 3.2 Grunnforhold og feltegenskaper

### 3.2.1 Løsmasser

Løsmassenes egenskaper er avgjørende for virkningen av nedbør for avrenning og infiltrasjon. NGU sitt løsmassekart (NGU, 2022) angir hva man kan forvente av type løsmasser i et område (Figur 4). Det er imidlertid knyttet store usikkerheter til disse kartene. Det anbefales utført infiltrasjonstester senest innen detaljprosjektering der hvor det er aktuelt med løsninger basert på infiltrasjon.

Fra rapport omhandlende områdestabilitet er det sagt at påtrufne grunnforhold nord for eksisterende bygning er forenlig med kvartærgeologisk kart som viser elveavsetninger. Videre er det vist til boringer som viser meget faste masser over berg slik at det ut ifra et kvartærgeologisk ståsted er naturlig å tenke at det ligger en lagdeling av elveavsetninger over morene over berg i området.

Sett fra et overvannsperspektiv vil morenemateriale generelt kunne ha svært varierende egenskaper både mht infiltrasjon og erosjon.



Figur 4: Løsmassekart for området (NGU) viser elveavsetning (gult) i planområdet.

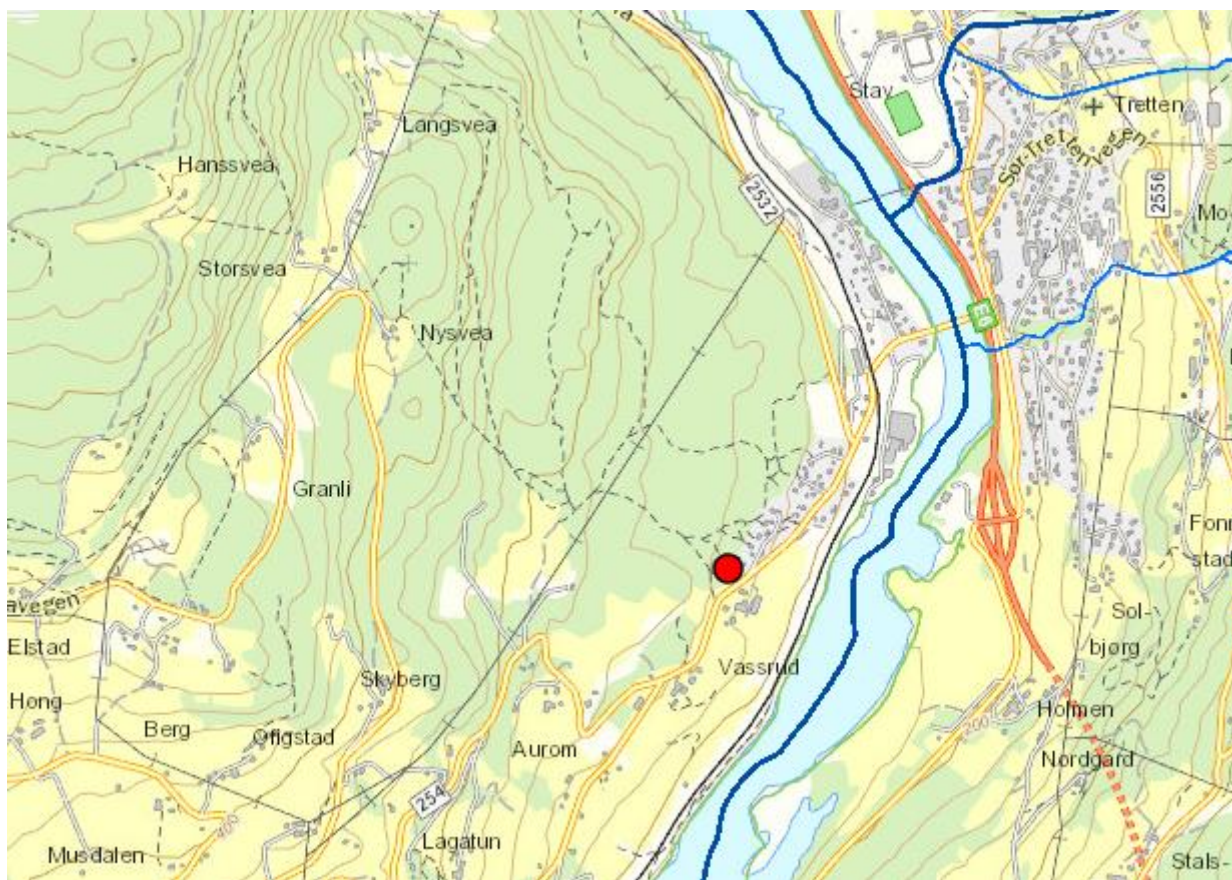
### 3.2.2 Grunnvann

Det er ikke utført egne grunnvannstandsmålinger i forbindelse med reguleringsplanprosessen. Generelt er det å anbefale undersøkelser og dokumentasjon av grunnvannstanden, senest innen man starter detaljprosjektering av løsninger.

### 3.2.3 Feltparametere (Nevina)

Bekk markert med aktsomhetsområde (Figur 5) er å karakterisere som en mindre bekk («flombekk») – den er ikke del av elvenettverket til NVE (se Figur 7) og det kan følgelig ikke kjøres beregning i NVE's analyseprogram Nevina for bekken (der en kunne fått automatisk beregnet feltparametrene). For å få opplysninger om feltparametre gjøres analyser i GIS verktøyet Scalgo Live via bruk av laserdata. I tillegg gjøres manuelle vurderinger ut fra bl.a. ulike kartgrunnlag.

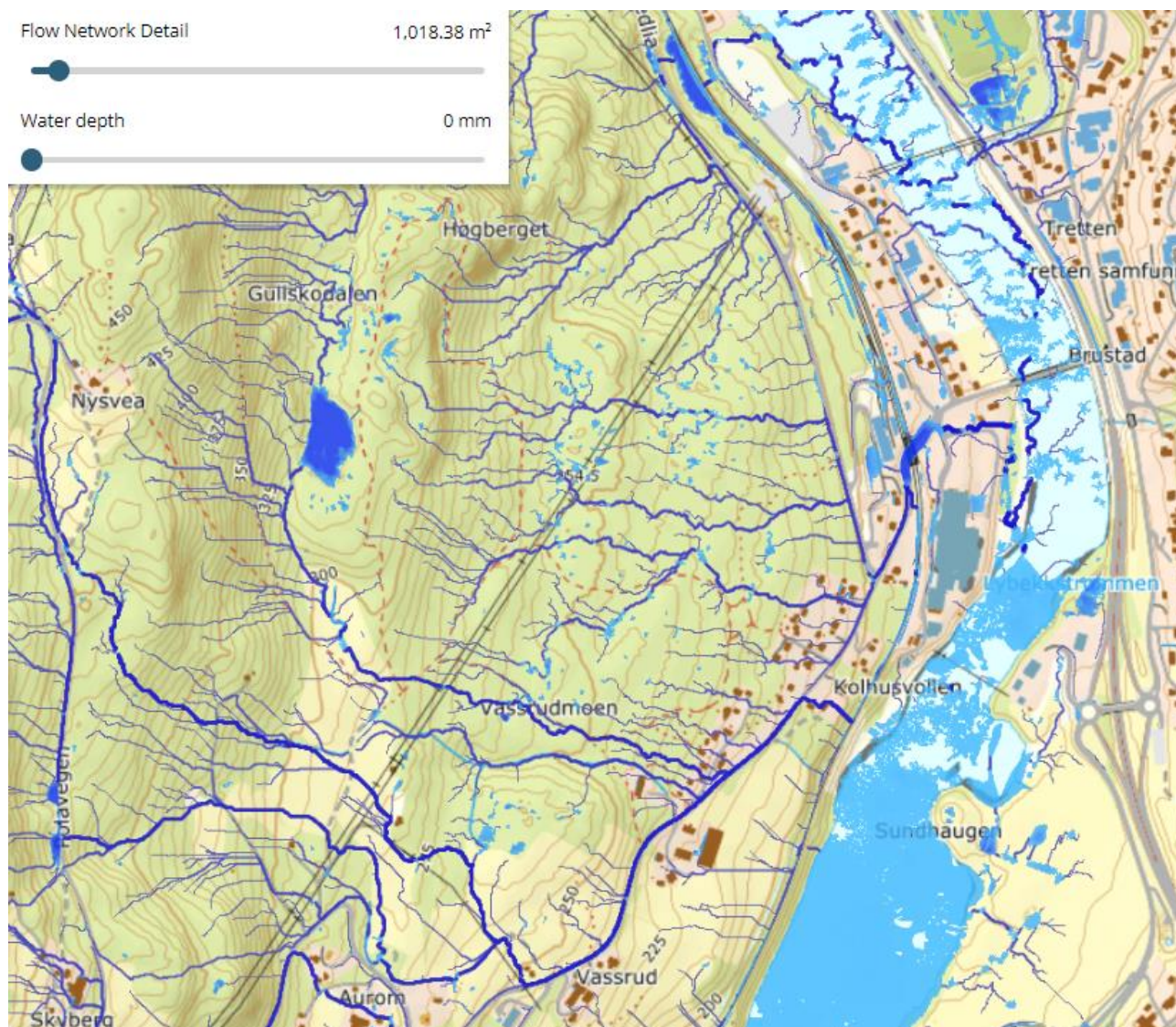
Lokalkjente opplyser at denne bekken normalt tørker ut i perioder i løpet av sommeren. Det er også opplyst at det ved bebyggelsen på Vassrud (nordre?) er et skille i massetype, med tettere masser nedstrøms og morene oppstrøms. Dette kan medføre at vann som infiltrerer oppstrøms i lia vil kunne komme frem i dagen igjen pga. de tettere massene.



Figur 5: Mindre bekk ved Vassrud (markert med rød prikk) er ikke del av elvenettverket (NEVINA/NVE). Bekken vises ikke i gjeldende målestokk.

### 3.2.4 Dreneringslinjer

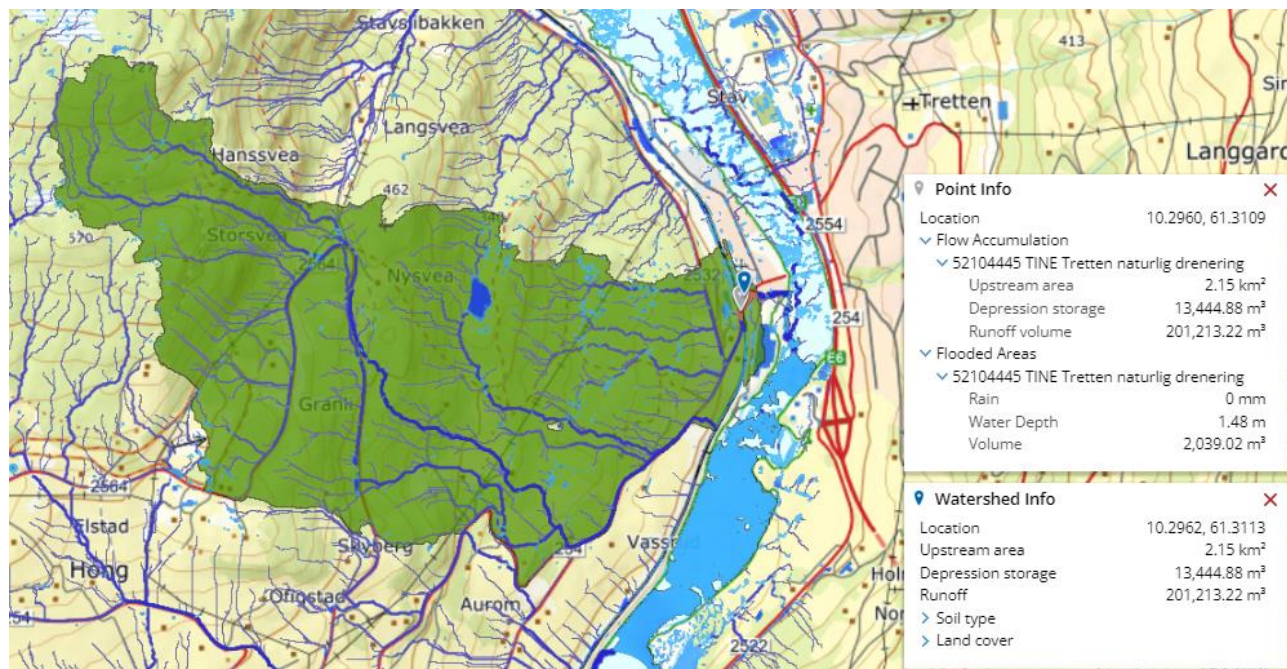
I flomsituasjoner i rurale områder vil ofte erosjon og massetransport, samt også manglende vedlikehold medføre at stikkrenner går tett. GIS-analysen i Scalgo Live (Figur 8) tar ikke hensyn til stikkrenner, og vil derfor kunne gi et godt bilde av hvor vannet kan renne i flomsituasjoner.



Figur 6: Analyse i GIS-verktøyet Scalgo Live viser dreneringslinjer i dalsiden oppstrøms Tretten vestsida (det vises her drenslinjer med nedbørfelt > ca. 1.000 m<sup>2</sup>).

Basert på GIS-analysen kan størrelsen på nedbørfeltet oppstrøms TINE Meieriet Tretten potensielt komme opp i mer enn 2 km<sup>2</sup> (se Figur 9). En flomsituasjon vil i denne type områder medføre varierende grad av erosjon og massetransport. Stikkrenner og grøfter vil kunne gå tett og vannet strømme andre steder enn

både planlagt og hva som ellers er naturlig å forvente. Størrelsen på nedbørfeltet i flomsituasjoner vil derfor kunne variere svært mye.



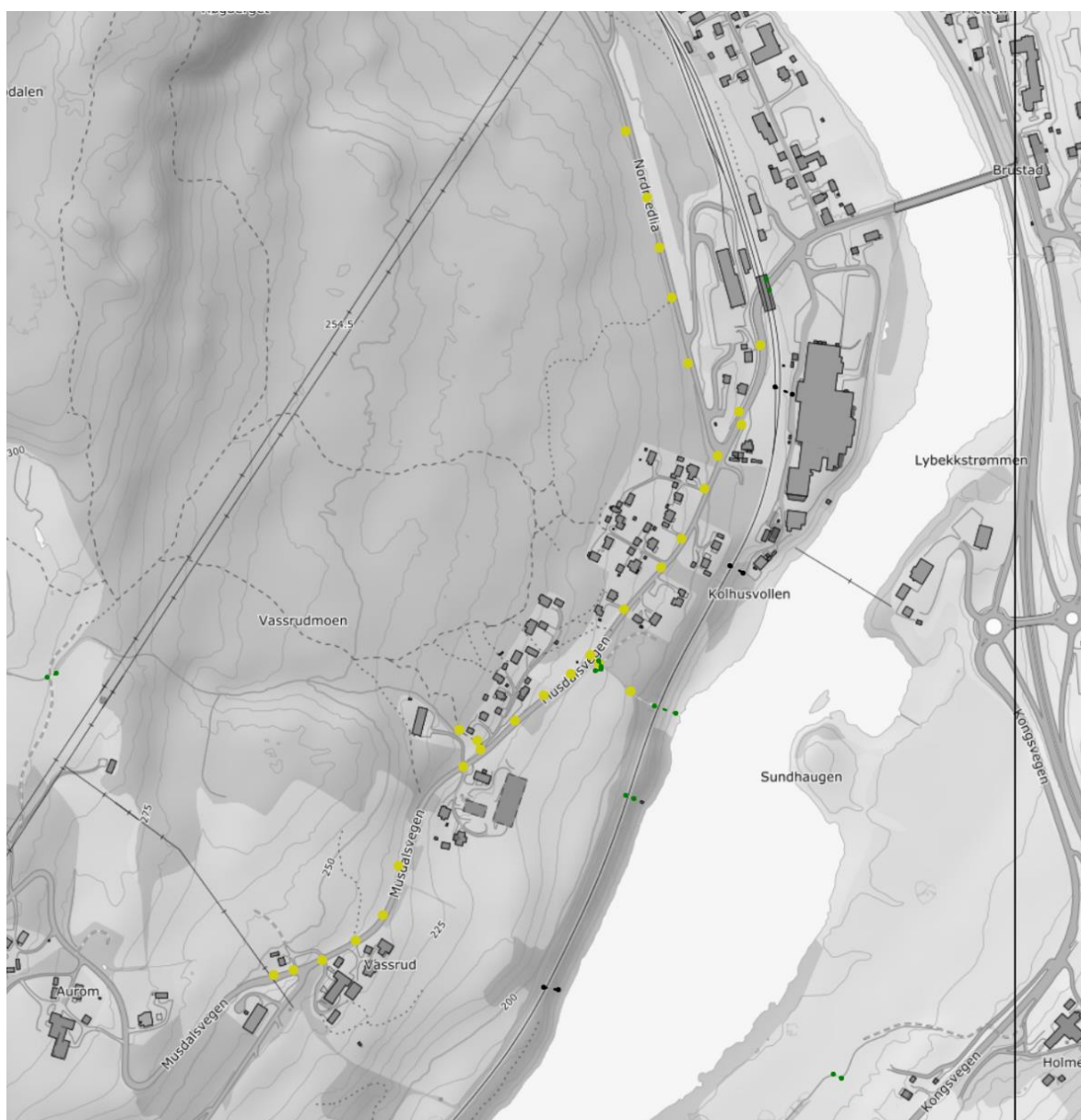
Figur 7: Analyse av nedbørfelt uten stikkrenner i Scalgo Live.

### 3.3 Eksisterende infrastruktur, vann

#### 3.3.1 Oppstrøms planområdet

##### 3.3.1.1 Oversikt, befart område

Området som ble befart i begynnelsen av august 2022 strekker seg fra planområdet og opp til kryss Musdalsvegen x Vestsidevegen ved Vassrud (søndre), samt fylkesvegen Nordmedia nord til antatt vannskille nord – sør. Registrerte interessepunkt er markert med gule punkt i Figur 10. Dette gjelder hovedsakelig stikkrenner.

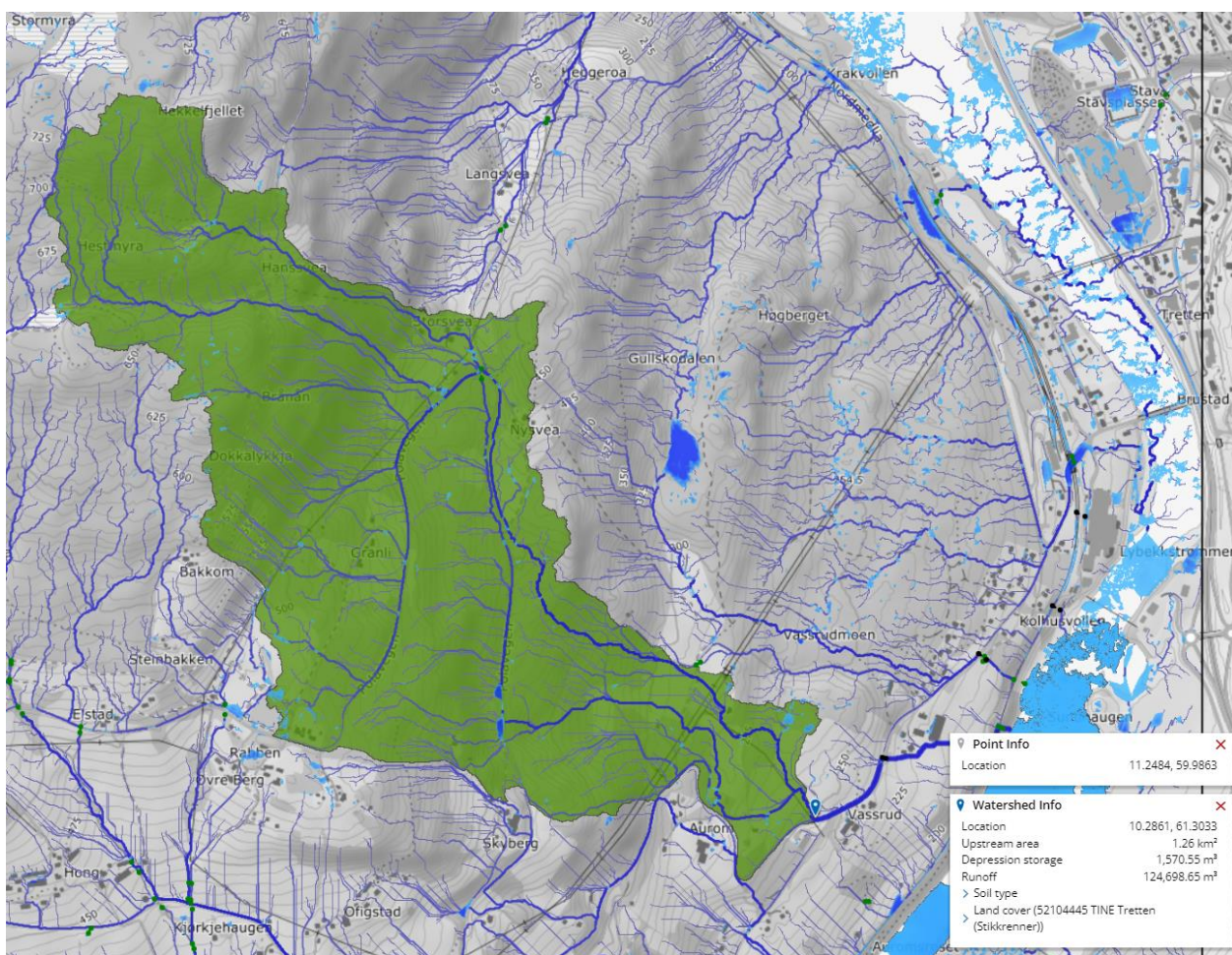


Figur 8: Oversikt over registrerte interessepunkter ved befaring (gule punkter); hovedsakelig stikkrenner.

### 3.3.1.2 FV254 Musdalsvegen oppstrøms kryss FV2532 Nordmedia

Det generelle inntrykket for Musdalsvegen er at det er grunne grøfter og sårbare stikkrenneløsninger med varierende/manglende vedlikehold. På befaringen ble det observert pågående legging av fiberkabel, med trase tilsynelatende hovedsakelig i veggrøfta. Dette er svært uheldig, da det forringer både grøfta sin funksjon og vanskeliggjør evt. senere vedlikehold og utbedring av grøfta.

Like oppstrøms Vassrud (søndre) og kryss Musdalsvegen x Vestsidevegen (FV2532) er det anlagt stikkrenne gjennom veien. Analyse i Scalgo Live viser et potensielt nedbørfelt-areal på mer enn 1,2 km<sup>2</sup> (Figur 9). Det var på befaringstidspunktet (tørr sommer) imidlertid ingen synlige tegn til at det forekommer noen større vannføring hit. Det er ikke utført befaring i områdene oppstrøms, hvor det er veier som potensielt kan avskjære nedbørfeltet i betydelig grad. Utløpet fra stikkrenna ble ikke funnet i umiddelbar nærhet nedstrøms veien.



Figur 9: Nedbørfelt oppstrøms Vassrud (søndre).

På oppstrøms side av Vassrud (nordre) er det relativt nylig anlagt ny stikkrenne (Figur 10). Denne antas å ligge noe nedstrøms gammel stikkrenne. Stikkrennen har retning ut mot dyrka mark, og ifølge Scalgo Live med drenering mot bebyggelsen på gården.

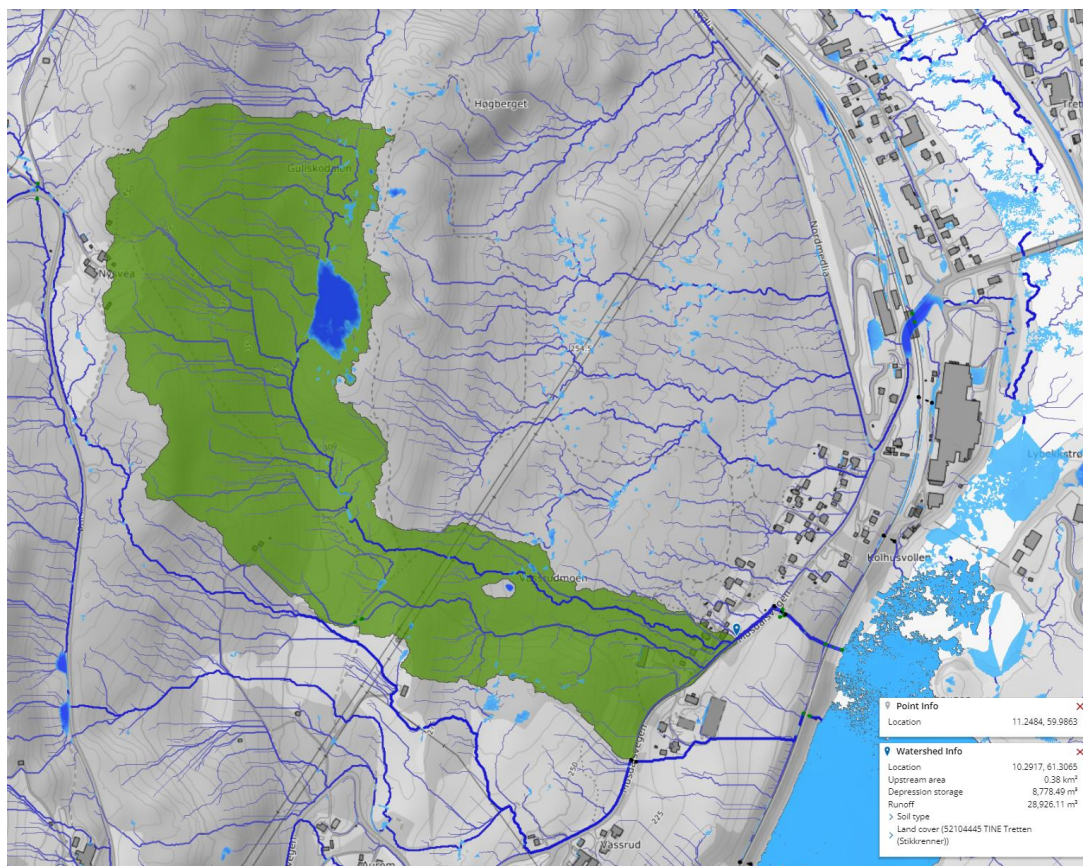


Figur 10: Stikkrenne med utløp rett ut på dyrka mark ved Vassrud (nordre). Markert plassering i rødt på øverste bilde. De nederste bildene viser innløp (til høyre) og utløp (til venstre) av stikkrenna.

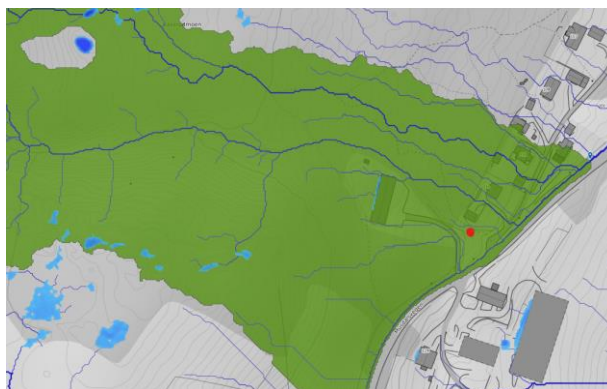
Ved Vassrud (nordre) kommer det en mindre bekk ned til Musdalsvegen (Figur 11). Analysen i Scalgo Live viser flere drenslinjer oppstrøms fylkesvegen. Dette kan tyde på at det er mindre definerte bekkeløp. Det skal antagelig lite erosjon og massetransport til for at vann kan komme på avveie, noe bekkeløpet rett oppstrøms inntaket også viser (Figur 14). Det er derfor risiko for at vann ikke ledes til inntaket i en flomsituasjon, men kommer på avveie og treffer andre steder langs Musdalsvegen. I tilfelle vil det mest sannsynlig være svært



begrensede muligheter for at vann på avveie vil finne tilbake til vannvegen, men heller følge Musdalsvegen. Selve bekkeinntaket har også liten kapasitet (se Figur 15).



Figur 11: Nedbørfelt for bekk som kommer ned til fylkesvegen/Murdalsvegen ved Vassrud (nordre).



Figur 12: Markering av bekkeinntak oppstrøms Murdalsvegen ved Vassrud (nordre); rødt punkt.



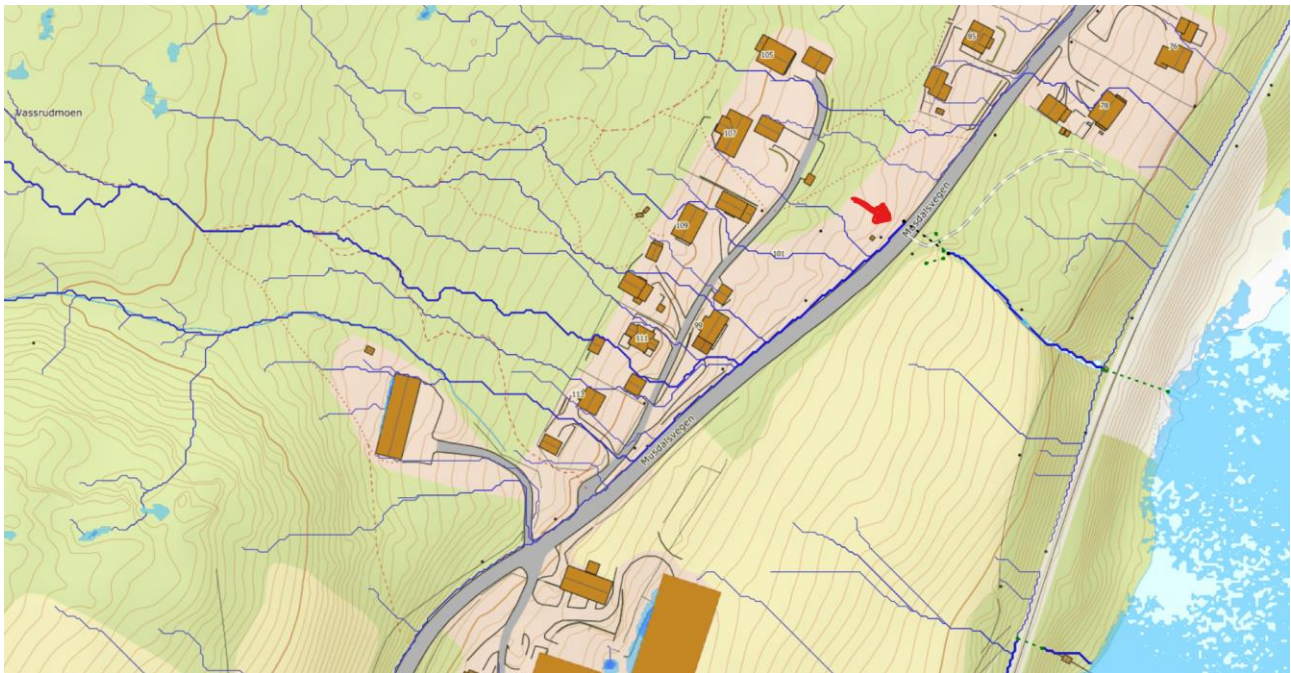
Figur 13: Øverste bilder viser inntak bekkelukking ved Vassrud (nordre). Til venstre: bilde tatt fra nedstrøms side av inntaket som består av antatt plass-støpt betongløsning og enkel stålrister. Til høyre: bilde av betongrør i inntaket, antatt ca. 400 mm. Nederste bilde viser enkel, grunn stikkrenne under adkomstveg til boliger på motsatt side av fylkesvegen for Vassrud (nordre). Stikkrennen leder vann fra veggrøfta rett oppstrøms bekkelukkingen inn på bekkelukkingen som videre ligger i grøfteareal nedover langs Musdalsvegen (midt i bildet).

Bekkeinntaket ved Vassrud (nordre) leder vannet videre i lukket løsning langs Musdalsvegen ned til nordre del av den dyrka marka hos Vassrud (nordre) (Figur 14). I kummen på oppstrøms side av fylkesvegen kommer bekkelukkingen inn parallelt med fylkesvegen, mens det også kommer inn rørledning fra oppstrøms side. Sistnevnte kan muligens være fra lukking (-er?) av dreinsvegner på oppstrøms side av boligene Musdalsvegen 105 – 113, se Figur 15 (rød markering).



Figur 14: De øverste bildene viser eksempel på kumløsning langs Musdalsvegen med kuppelrist (til venstre) og betongringer over murt løsning i bunn (til høyre). Betongrør for bekkelukkingen fra oppstrøms Vassrud (langs

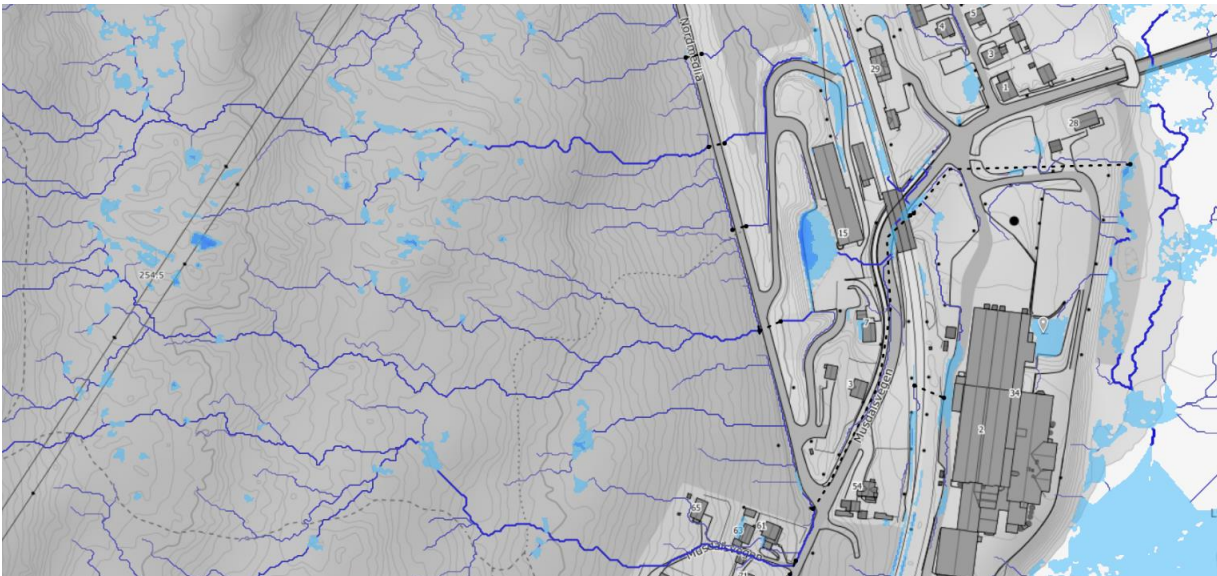
Musdalsvegen) har utløp i bunn. Nederst vises utløp fra bekkelukking langs Musdalsvegen i nordre ende av dyrka mark hos Vassrud (nordre). Vann drenerer normalt herfra ned mot og under jernbanen, før det ender ut i Lågen.



Figur 15: Antatt lukket drensveg oppstrøms Musdalsvegen, markert med rød pil.

### 3.3.1.3 Fylkesveg 2532, Nordmedia

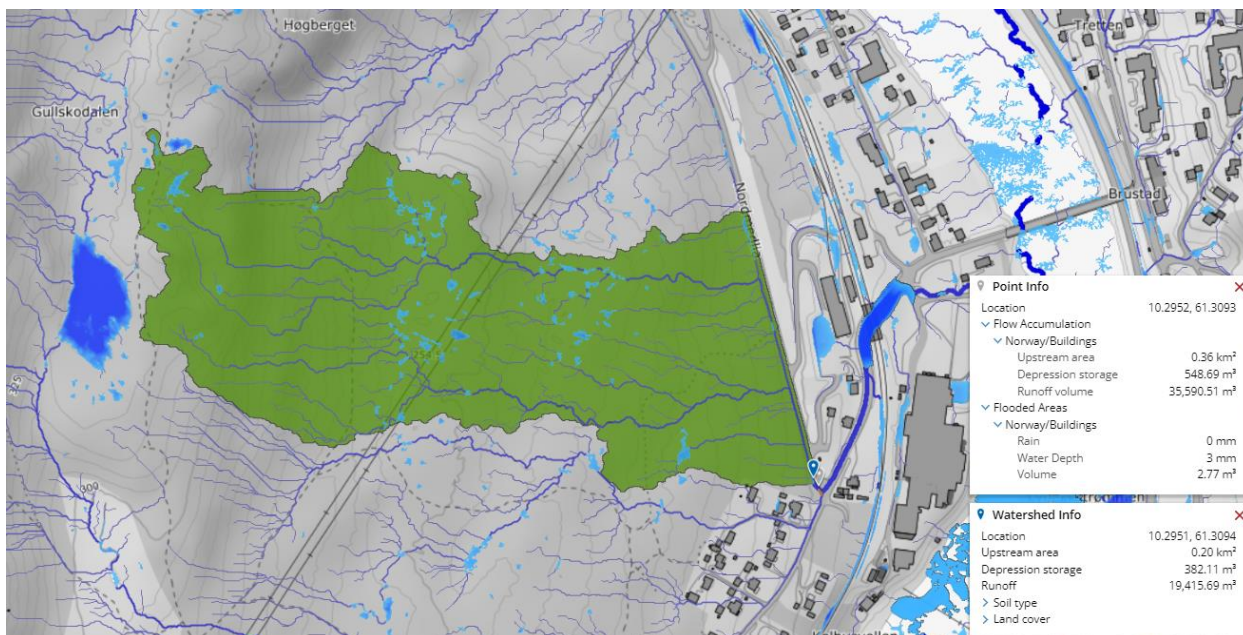
Langs FV2532, Nordmedia (Figur 18 og 19), er det lite spor til vannmengder av noen særlig størrelse sammenlignet med potensiell størrelse på nedbørfelt (se Figur 20 og 21). Dette kan ha sammenheng med grunnforholdene/løsmassetypene i dalsiden oppstrøms.



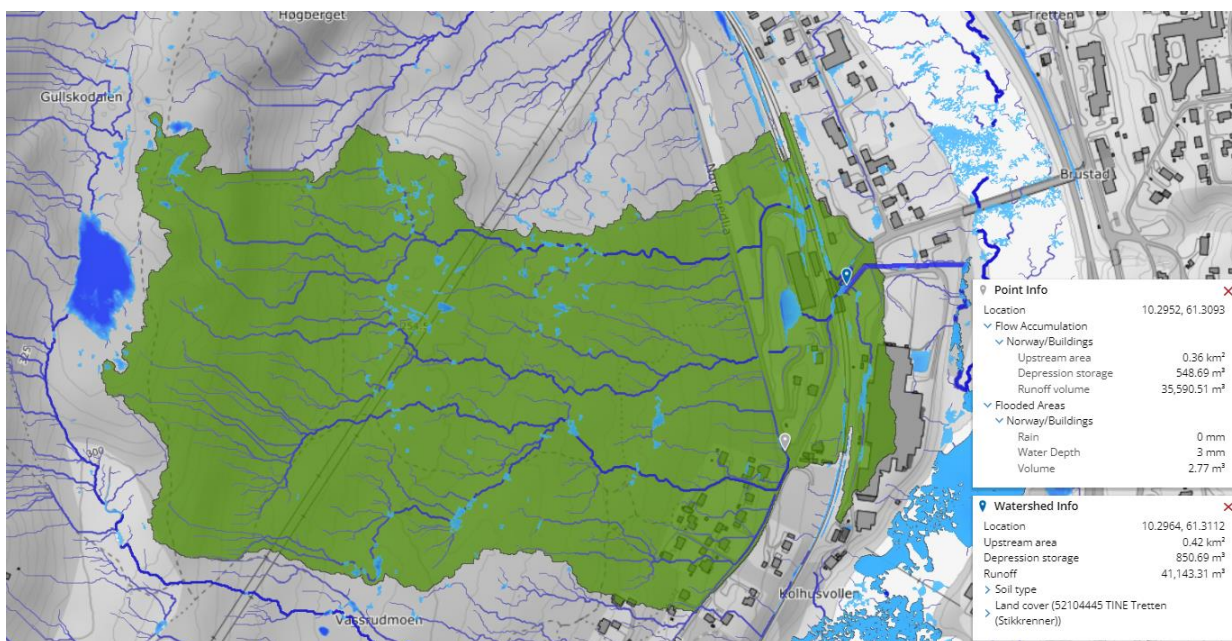
Figur 16: Oversikt over dreneringslinjer oppstrøms FV2532 / Nordmedia og stikkrenner sør for høybrekk (vannskille).



Figur 17: Flertallet av stikkrenner gjennom fylkesvegen er anlagt med inntakskum med kuppelrist - ingen forhøyning på nedstrøms side. Spor etter antatt graving av fiberkabel i gøftetraseen/ved kummen.



Figur 18: Potensielt nedbørfelt oppstrøms kryss FV2532/Nordmedia x FV254/Musdalsvegen ved tette stikkrenner.



Figur 19: Mulig nedbørfelt oppstrøms undergang/kulvert under jernbanen ved fungerende stikkrenner i FV2532 / Nordmedia

Det er ikke utført befaring i området nedstrøms FV2532 / Nordmedia for kartlegging av stikkrenner og OV-system/eventuelle lukkinger. Kommunens ledningsdatabase (Gemini VA) viser noe ledningsnett og sluk i tilknytning til stasjonsområdet/-bygninger som ser ut til å være ledet inn på OV-system i undergangen/kjørekulverten; se Figur 22. Ved framtidig prosjektering av vannveg fra undergang/kulvert bør dette området kartlegges nærmere.



Figur 20: Ledningskart langs Musdalsvegen og gjennom jernbanebru.

### 3.3.1.4 Undergang/kjørekulvert for FV254 / Musdalsvegen under jernbanen

FV254 / Musdalsvegen avskjærer et større område i dalsiden sør for undergang under jernbanen og vil potensielt kunne lede større vannmengder ned i undergangen. Grøftedybder, erosjon, og vegens tverrfall vil avgjøre hvor stor andel av vann på avveie som vil komme ned hit (se Figur 23 og 24). Fylkesvegen har generelt lav standard mht både grøfter og tverrfall, slik at det vil være økt risiko for tilfeldige konsekvenser som fører til hvor drensveger går i flomsituasjoner.

Det er også knyttet usikkerhet til FV2532 / Nordmedia og potensiale for vannmengder og vann på avveie, samt vannhåndtering videre nedstrøms fylkesvegen. Veggen har i motsetning til Musdalsvegen tydeligere definerte grøfter.



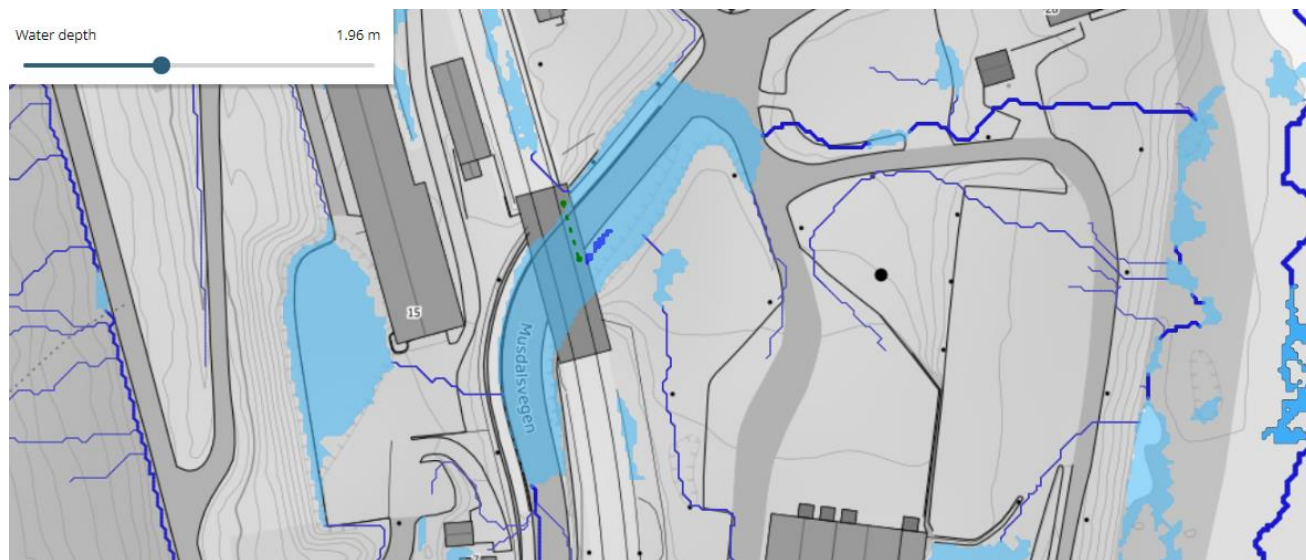
Figur 21: Fra vegkart finner en objekter med bruksområde drenering; rød markering. (se også kap. 3.3.2).



Figur 22: Ved tette stikkrenner oppstrøms undergang/kulvert vil større arealer kunne drenere ned hit, både fra Musdalsvegen og Nordmedia.



Ifølge analysen i Scalgo Live vil det ved manglende kapasitet, eller gjentetting i sluk/sandfang i undergangen, kunne oppstå vannansamling med inntil 2 meter dybde (Figur 23).



Figur 23: Dreneringslinjer og ansamling av vann (lyseblått) fra avrenningsanalyse i Scalgo Live.

I undergangen (Figur 26) er det anlagt 3 tradisjonelle sandfang med kuppelrister. Disse har normalt svært liten kapasitet sammenlignet med hva en større flom med vann på avveie potensielt kan medføre av vann- og erosjonsmengder ned i undergangen.



Figur 24: Bilder fra fylkesvegen under jernbanebrua.

Fra undergangen vil vannet strømme over adkomstvegen inn på planområdet og antagelig ut på gruset parkeringsareal (se Figur 27). Ved større vannmengder antas dette å medføre erosjon og skader på vegger og plasser. Det er også en enebolig nedstrøms.

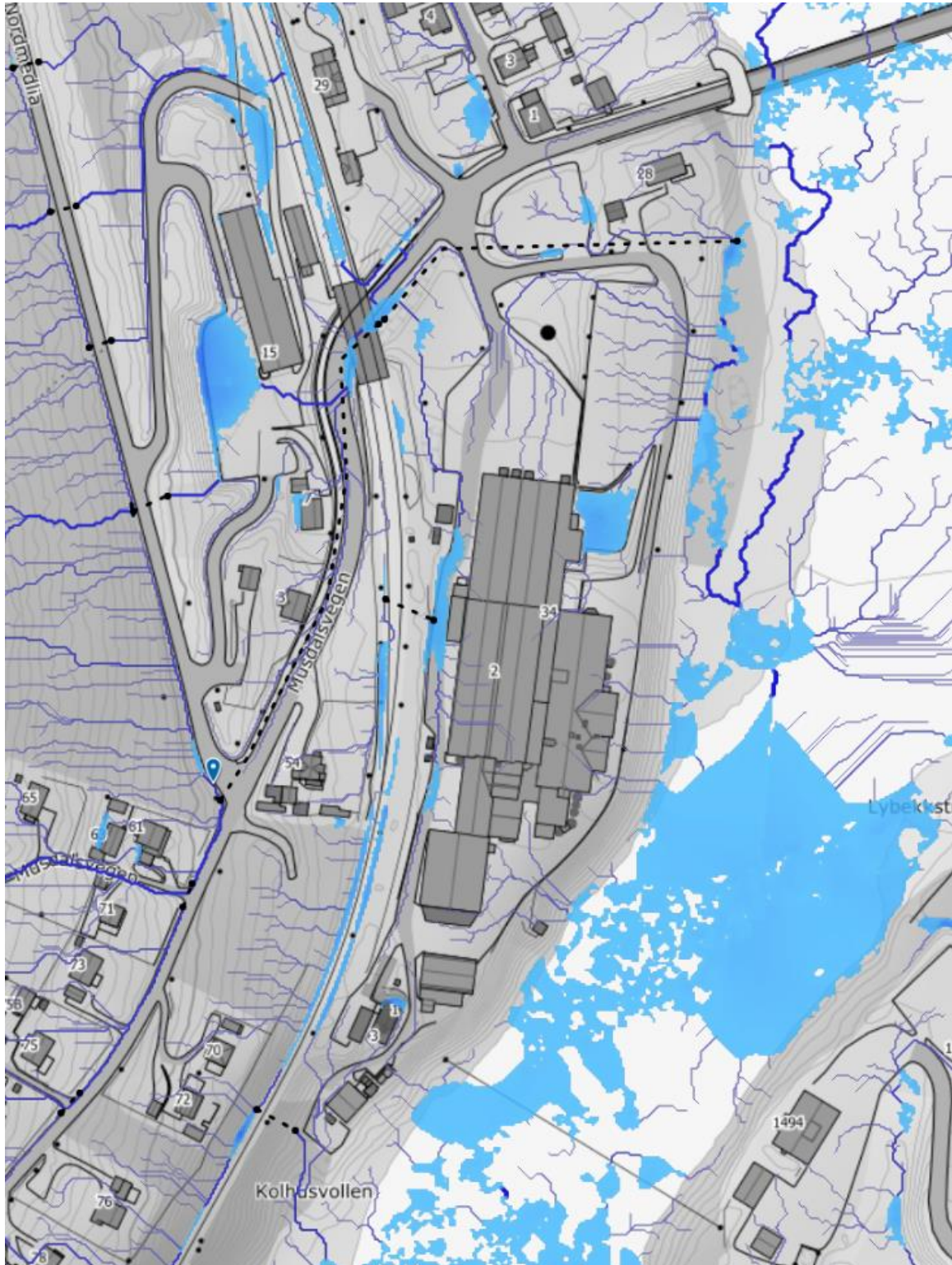


Figur 25: Adkomstveg fra fylkesvegen inn på planområdet ses i venstre figur. Her vil flomvann fra undergangen under jernbanen strømme over og til parkeringsareal ut til venstre. Parkeringsareal ses i figuren til høyre.

### 3.3.2 Overvann internt på/ved planområdet

Drensretningene på overflaten, innad på planområdet, er vist i Figur 26 fra Scalgo Live. I analysen er det også lagt inn enkelte stikkrenner og OV-ledninger.

Kommunens ledningskartverk viser VA-ledninger (Figur 27) fra nordre del av planområdet. I nord vises overvannsledninger fra Musdalsvegen, fra undergang / kjørekulvert under jernbanen (sandfang), og 2 OV-ledninger med utløp til Lågen (400 og 600 mm). Trasene er stort sett sammenfallende med flomveg på overflaten (se figur fra Scalgo i Figur 28)).



Figur 26: Dreneringslinjer fra avrenningsanalyse (Scalgo Live)



Figur 27: Ledningskart VA fra Øyer kommune.

Vest for hovedbygningen til TINE Meierietretten er det et sluk; se kart fra Gemini VA til venstre i Figur 28 og bilde i Figur 29. Sluket er plassert i område hvor det også er angitt stikkrenne under jernbanen (i høyre bilde i Figur 30), hvor stikkrennens omtrentlige plassering skal være. Stikkrennen er imidlertid ikke gjenfunnet i terrenget. Det er utført anleggsarbeider i området ved etablering av kjørekulvert under jernbanen. Det kan tenkes at dette har sammenheng. Sluket er koblet på OV-ledning i felles VA-grøft og nord til 400 mm OV-ledning (fra undergang/kulvert). Ved sluket er det ifølge Scalgo Live et innestengt område med potensiell vanddybde på rundt 30 cm (se blå «vannansamling i Scalgo-figur»).



Figur 28: Til venstre vises VA-kart fra nordre del av planområdet. Til høyre ses dreneringslinjer fra Scalgo Live for samme område.



Figur 29: Bilde av sluk vest av hovedbygningen ved TINE Meierietretten - bilde tatt i retning nord.

Nord-vest for hovedbygget er det satt opp en midlertidig lagerhall (plasthall merket med A i Figur 30). Takkvann og overvann ledes ut på større asfalterte parkerings- og trafikkarealer med fall nordover (blå piler). Det er anlagt bla. opphøyde asfaltkanter og midlertidige kantsteinrekker for å lede overflatevannet nordover.

På flyfoto fra 2020 kan man se det som antas å være pukkfylte grøfter (markert med gult i Figur 32). Disse er nå gjenfylt og framstår som plenarealene for øvrig (se også Figur 31 og Figur 32). Den opphøyde kanten mellom trafikkarealene og plenarealene hindrer overflatevann fra å renne ut på plenarealene.



Figur 30: Midlertidig godkjent lagerhall (markert A) og retning på avrenning av takvann og overvann.



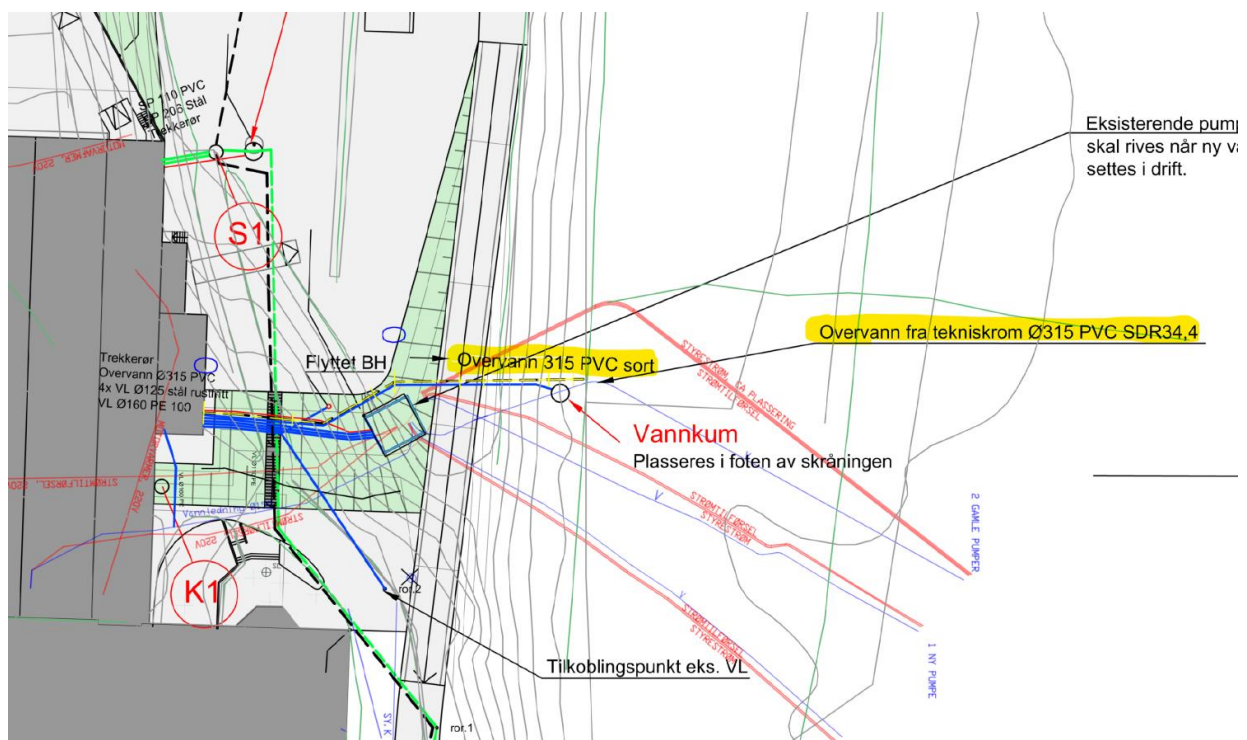
Figur 31: Løsning med opphøyd asfaltkant for å lede overflatevann. Her fra østre side av plasthall sett mot nord. Ved plasthallen til venstre i figuren skimtes midlertidig kantstein som leder vannet til ei nedføringsrenne og deretter ned i ei kort stikkrenne som har utløp noen få meter mot nord.



Figur 32: Fra plenarealer nord på området hvor det tidligere har vært pukkfylt grøft. Bilde tatt i retning vest. Plasthall ses i bakgrunnen.

Utsnitt fra tegningen på Figur 33 er fra VA-plan (Cowi 2019). Her vises (gul markering) OV-ledning 315 mm fra teknisk rom til utløp i Lågen. Det er noe uvisst hvordan ledningsnettets er lagt opp her og for parkerings-arealene videre nordover.

På befaringen ble det observert utløp av OV-ledning (?) i skråning ut mot Lågen også lenger nord på parkeringen.



Figur 33: VA-plan (Cowi 2019)

Sør på området er det få overvannstiltak. Ut fra asfalterte plasser i sør-østre del av hovedbygningen er det anlagt ei enkel renne i den bratte skråningen ut til Lågen (i området hvor VA-ledningskartet viser brannhydrant – rød prikk på Figur 34).





Figur 34: Kart med VA-ledninger i sørlige del av planområdet (Gemini VA, Øyer kommune)

## 4 Overvannshåndtering i planområdet

De statlige planretningslinjene for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning ([Lovdata; FOR-2021-12-10-3466, fra 02.02.2022](#)) sier i kapittel 4.3 Krav til planprosess og beslutningsgrunnlag;

«...Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting eller transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas. Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger og ivaretagelse av økosystemer og arealbruk med betydning for klimatilpasning, som også kan bidra til økt kvalitet i uteområder. Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering.

*Bevaring, restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger (slik som eksisterende våtmarker og naturlige bekker eller nye grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.»*

Framtidig anbefales det å legges vekt på å etablere åpne og mest mulig naturlige løsninger – i minst mulig grad lukkede, nedgravde og rørbaserte overvannssystemer.

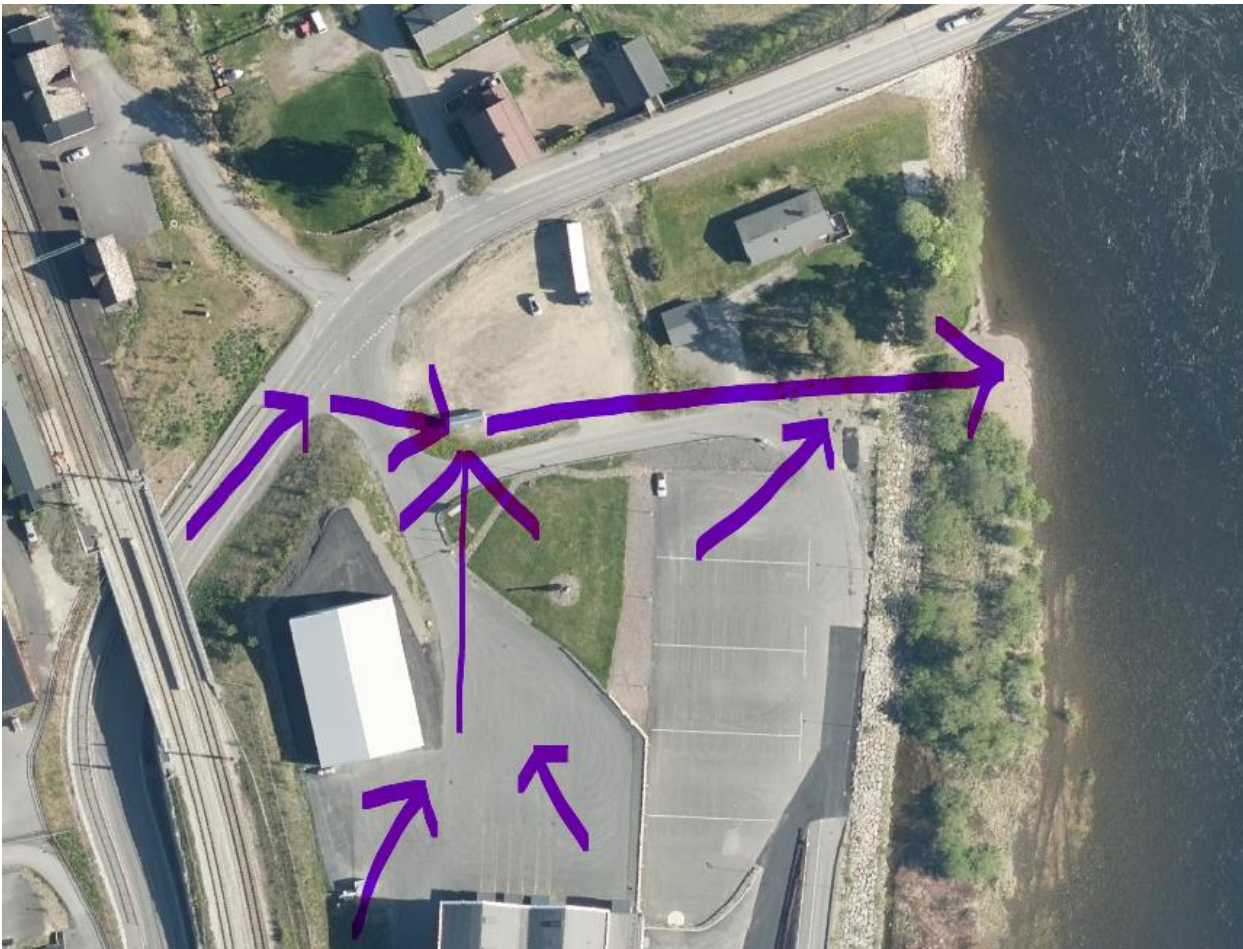
### 4.1 Hovedprinsipper

Prinsipp for flom- og overvannshåndtering anbefales basert på følgende hovedbestandtdeler;

- a. Flomvann på avveie fra oppstrøms planområdet (via undergang/kjørekulvert under jernbanen)  
I nordre del av planområdet, ved avkjørsel fra fylkesvegen, bør det anlegges erosjonssikret, åpen flomveg helt ut til Lågen. Avkjørsel og interne vegger må utformes slik at de er del av denne flomvegen, med utforming på en slik måte at de ikke fører til skade på omgivelsene. Flomvegen bør i størst mulig grad samordnes/være felles for overvann ut av nordre del av planområdet.
- b. Overvann internt på planområdet  
Oppsamling, fordrøyning/infiltrasjon og avledning i dypdreneringsløsninger i tilknytning til parkerings- og trafikkarealer (inkl. vann fra takareal) bør vurderes som hovedløsning i nordre halvdel av planområdet. Det bør også vurderes permeable dekker på trafikkerte areal for å redusere overflateavrenningen.
- c. Overvann ut av planområdet  
Fra nordre halvdel av planområdet ledes flomvann til felles flomveg (se pkt. a.)  
Fra søndre og østre del ledes overvann til utløp i Lågen i erosjonssikrede vannveger

## 4.2 Fra oppstrøms side og utløp til Lågen

Ved utvikling av tomtearealene og utbygging på nordre halvdel av området anbefales det å etablere en *planlagt flomveg* ut til Lågen. Denne bør ses i sammenheng med overvannshåndtering fra internt på planområdets nordre halvdel, som også kan ledes til denne vannvegen og videre ut til Lågen; se Figur 35.



Figur 35: Overordnet dreneringssituasjon i området for internt drenevann og avrenning fra oppstrøms områder. Det anbefales etablering av flomvei ut i Lågen.

### 4.3 Overvannshåndtering i planområdet

Det synes å være knyttet mindre risiko for skader av betydning på bygninger og installasjoner i planområdet pr i dag. Men det anbefales en nøyere kartlegging og planlegging ved videre utbygging i planområdet. Det er viktig med god planlegging, særlig for konsentrert avrenning fra takareal og veger/plasser og videre til utløp i Lågen. Innestengte områder bør unngås i framtidige utbygginger. Der hvor det allerede finnes bør en være ekstra aktsom og holde fokus på å redusere risiko for skade på bygninger og inventar.

Generelt anbefales etablert overflater med størst mulig grad av permeabilitet for å unngå konsentrerte vannstrømmer og vannansamlinger. Permeabel belegningsstein egner seg spesielt godt i parkerings- og trafikkareal, inklusive på industriområder med tunge kjøretøy. Det er effektivt med hensyn til infiltrasjon ned i underliggende sjikt, og forhindrer ansamling av små vanndammer. Særlig i fryse-/tineperioder er dette en god egenskap hvor små vanndammer og snøsmelting ellers ville ført til isdannelse.

Infiltrasjonskummer/-sandfang er godt egnet til å kombinere med permeable dekker og anlegges f.eks. i forbindelse med nedsenkede rabatter og lavpunkt eller andre strategiske punkter. Hvis det oppstår frost i overflaten eller redusert kapasitet i det permeable dekket, så sørger infiltrasjonssandfanget for at overvannet får avløp ned i grunnen. Se eksempel vist i Figur 36.



Figur 36: Eksempel hentet fra Leca.no på helhetlig overvannshåndtering med permeable eller, vadi/grasskleddede forsøkninger og drenering.

I randsonene rundt bygningsmassen, på vestsiden bør det vurderes å anlegge dypdreneringsgrøfter. Disse vil ha flere funksjoner, deriblant å samle opp, lede, forsinke, og fordrøye overvann. I tillegg vil slike grøfter bidra til å redusere overflateavrenning hvor en har risiko for erosjon og skader på overflater. I motsetning til

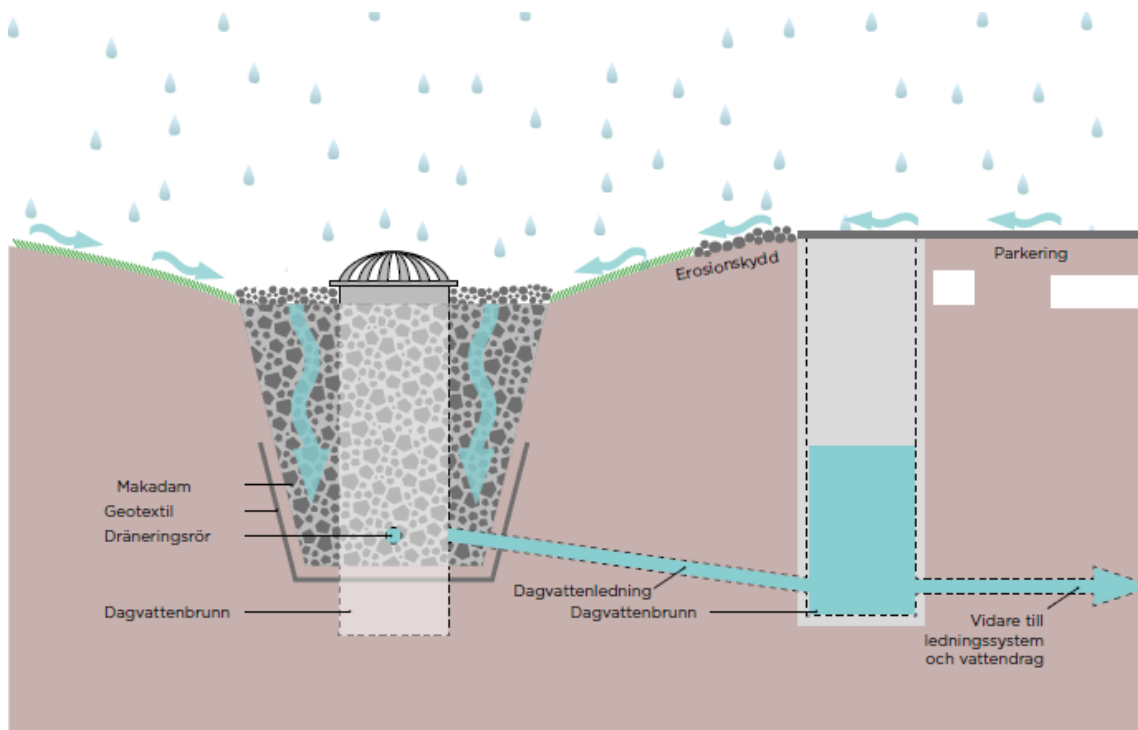
rørbaserte, og lukkede løsninger, så er dypdreneringsgrøfter en mer robust måte å håndtere overvann på siden det vil være mindre risiko for konsentrerte vannstrømmer.

Dypdreneringsgrøfter bør bygges opp av fraksjoner med knuste masser med høyt porevolum. Det anbefales benyttet sjikt med eksempelvis Glasopor, eller annet materiale med tilsvarende egenskaper for å forhindre frostnedtrengning. Dette vil bidra til å opprettholde funksjonen i perioder med vekslende værforhold (fryse – tine). Det framtidige klimaet vil sannsynligvis innebære oftere slike tilfeller. Det er også viktig at grøftene i størst mulig grad er operative når snøsmeltingen starter på vårparten.

Der hvor grøftearealene ligger utenfor veg bør de anlegges med forsenkning på overflaten. Ved noe lengdefall er det hensiktsmessig å legge inn mindre terskler, slik at en reduserer vannhastigheten og fare for erosjon, men viktigst er at en fordrøyer vannet og sikrer mest mulig infiltrasjon ned i dypdreneringsgrøften.

I bunnen av grøften bør det legges en perforert dreneringsledning for å sikre god fordeling av vannet i hele grøftelengden, tilstrekkelig transportkapasitet, og for å forhindre at vann blir stående for lenge i deler av grøften, særlig i de deler hvor det er lite fall. Det er viktig å vurdere hvor, og hvorvidt det er ønskelig med infiltrering videre ned i omkringliggende masser/areal. Geotekstil med bestemte egenskaper benyttes for å oppnå ønsket funksjon.

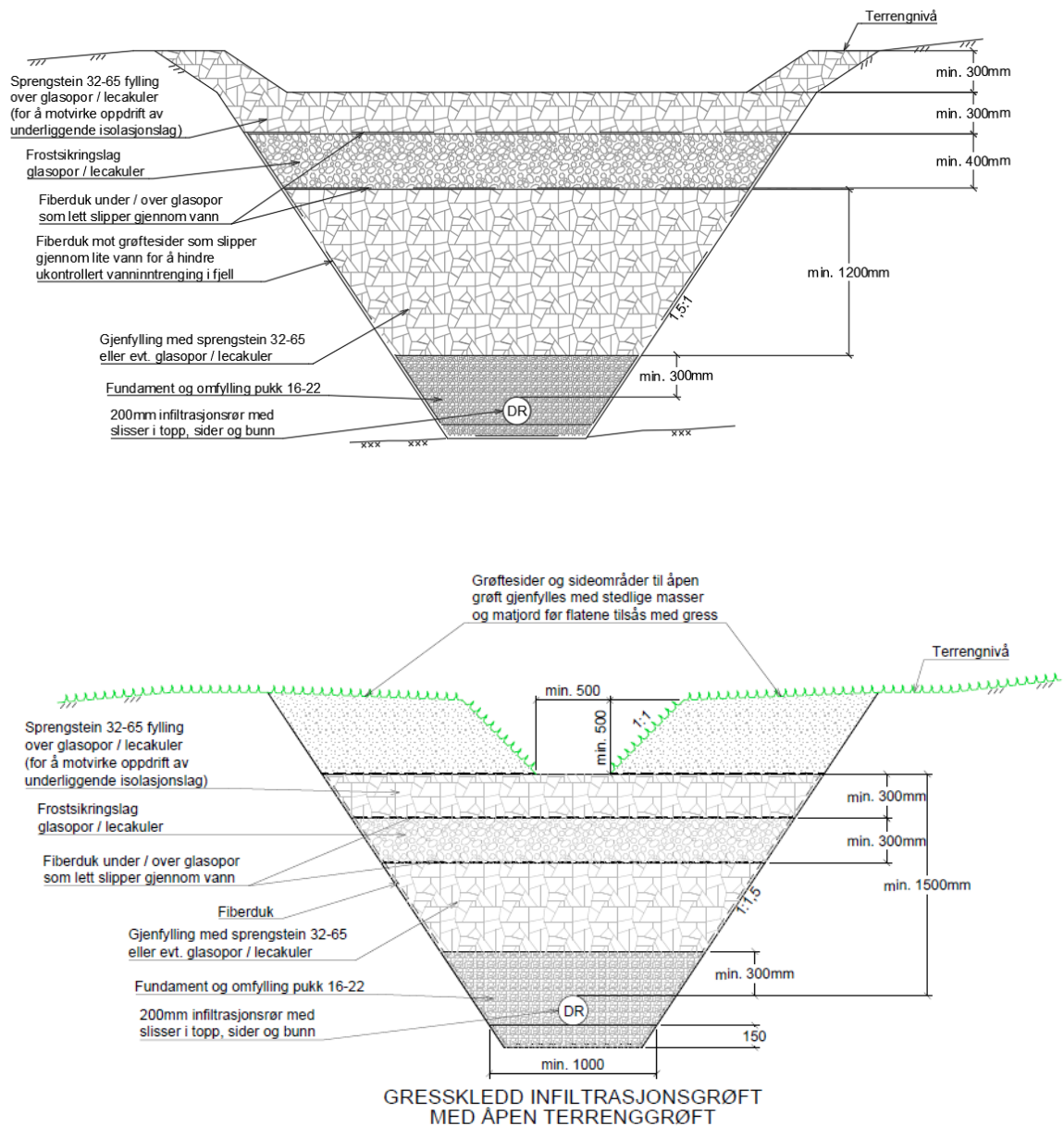
Det øvre sjiktet kan anlegges med gresskledd dekke og god permeabilitet. Eventuelt sluk sikrer at vannet finner veg ned i dypdreneringen ved manglende kapasitet i overflaten (se Figur 39). Sluk kombineres gjerne med terskler nedstrøms - særlig viktig i grøfter med stort lengdefall.



Figur 37: Eksempel på dypdreneringsgrøft (svensk: infiltrasjonsdike) fra Gøteborg sin eksempel og inspirasjonsbok for god overvannshåndtering (2017).

Grøftearealene (volum) kan reduseres mht å oppnå ønsket fordrøyningsvolum ved å benytte eksempelvis størst mulig drenerør eller halvør. Dette er enkle løsninger, lette å legge, og hvor en også kan etablere inspeksjons- og spylemuligheter.

Eksempler på aktuelle tverrsnitt for dypdreneringsgrøfter for håndtering av overvann er vist i Figur 38. Ulike kombinasjoner benyttes avhengig av overflatens muligheter og arealbruk, samt tilgrensende infrastruktur i grunnen.



Figur 38: Eksempel på dypdreneringsgrøfter med frostsikring.

Permeabel belegning er etter hvert mye benyttet også i Norge – noen eksempler er vist i Figur 41 og 42. Lillehammers nye brannstasjon har bl.a. permeabel drenstein på kjørearealene.



Figur 39: Venstre bilde: eksempel fra Hotel Pond, Stavanger (Skjeveland.no). Til høyre: Nortemp sitt lageranlegg på Bryne – 14000 m2 med permeabel belegning.



Figur 40: Permeabel belegning i et kryssområde på kommunal veg i Bryne (Skjeveland.no).

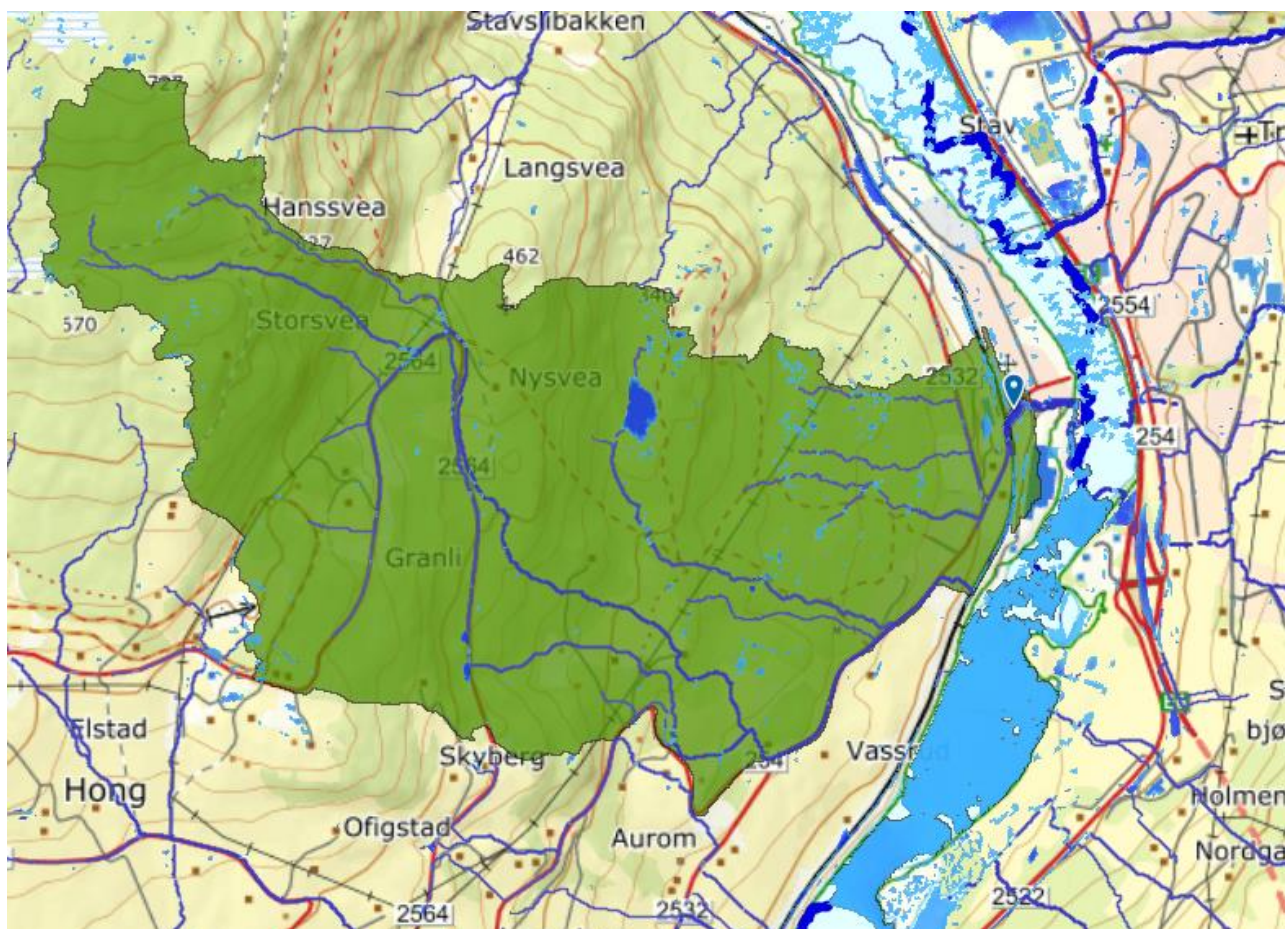
## 5 Dimensjonering av flomvei

Det gjøres her en grov flomberegning i forbindelse med etablering av trygg flomvei gjennom planområdet og ut i Lågen. Flomveien skal kunne håndtere tilrenning fra oppstrøms områder, samt internt overvann som drenerer nordover fra parkeringsarealer og takflater (jf. Figur 35). Det er kun behov for overslagsmessige beregninger for å angi ca. nødvendig bredde av flomvei, og det er derfor kun benyttet rasjonelle metode her.

### 5.1 Nedbørfelt

Selv etter feltbefaring, avrenningsanalyser og annet grunnlag er det vanskelig å si eksakt hvor mye vann som kan renne inn i planområdet fra oppstrøms side. Flomvann fra større og mindre bekker som drenerer mot Musdalsvegen kan delvis drenere i vegggrøfta mot jernbaneundergangen og mot planområdets nordre del. Vegggrøftene er imidlertid dårlige langs Musdalsvegen, så feltet vil sannsynligvis være begrenset. Det er også enkelte stikkrenner gjennom Musdalsvegen som kan ha noe kapasitet i en flomsituasjon. Det er også et stort volum i lavbrekket under jernbaneundergangen som vil kunne ha noe flomdempende effekt.

For flomberegningen tas det utgangspunkt i at om lag halvparten av nedbørfeltet vist i Figur 41 bidrar til flomtoppen gjennom planområdet, dvs. ca. 1 km<sup>2</sup>.



Figur 41: Nedbørfelt til jernbaneundergangen og flomvei over nordre del av planområdet. Dette feltet har et areal på ca. 2 km<sup>2</sup>. Det er lite sannsynlig at hele feltet vil drenere mot flomveien. Basert på kjennskap til feltet antas halvparten av feltet å bidra til flomtoppen over planområdet.



Feltet består av 80 % skog og resten jordbruk/bebyggd. Helning i feltet er på mellom 10 og 20 %, som vil si middels bratt felt. Feltlengden (L) er på ca. 3 km. Høydeforskjellen fra høyeste til laveste punkt (H) er ca. 450 meter.

### 5.1.1 Dimensjoneringsunderlag

For flomberegning og vurdering av aktuelle flomvannsmengder legges til grunn gjeldende regelverk, med retningslinjer og veiledninger fra NVE m.fl. I beregninger benyttes klimafaktor iht. anbefaling fra klimaservicesenteret ([www.klimaservicsenter.no](http://www.klimaservicsenter.no)).

For parkeringsarealer og bygninger ikke beregnet på personopphold (mindre lagerbygg), samt hensyn til nedstrøms områder, legges til grunn dimensjonering av flomvei for 20 års gjentakintervall (sikkerhetsklasse F1). Dersom det senere blir aktuelt å oppføre bygg i sikkerhetsklasse F2 må det vurderes flomfare for 200-årsflom.

### 5.1.2 Flomberegning med den rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet b.l.a. i Myrabø (1991), der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og klimafaktor. Avrenningskoeffisienten angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike overflate- og terrengtyper, korrigert for bl.a. løsmassetype og -dybde, terrenghelning mv. Dimensjonerende nedbørintensitet hentes fra IVF-kurve med varighet basert på aktuelle konsentrasjonstider for det vannet som bidrar til flomtoppen og aktuell returperiode.

Avrenning Q er beregnet ved:

$Q = C \times i \times A$ , hvor

- C: avrenningsfaktor, anslått på bakgrunn av nedbørfeltets egenskaper
- i: dimensjonerende nedbørintensitet hentet fra IVF-kurve [ $l/(s \times ha)$ ]
- A: feltareal [ha]

#### Konsentrasjonstid

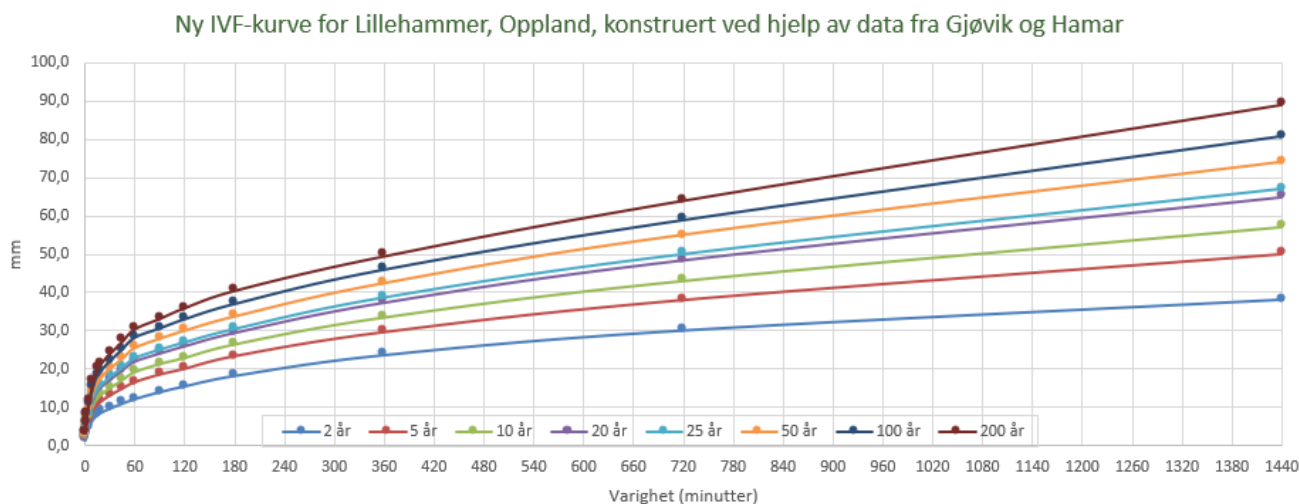
Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstiden i et nedbørfelt beregnes vanligvis ved bruk av formelverk som vist under (Glad, et al., 2022). Feltets lengde (L) og høyde (H) inngår i formelen. Effektiv innsjøandel ( $A_{SE}$ ) er 0 i dette feltet.

$$T_c (\text{min}) = 0.6 \cdot L / H^{0.5} + 3000 \cdot A_{SE}$$

Med  $L = 3000$  m og  $H = 450$  m får vi en konsentrasjonstid  $T_c = 85$  min.

#### Nedbørintensitet

For beregninger med rasjonelle metode benyttes IVF-kurve utarbeidet for Lillehammer kommune, se Figur 42 for intensiteter for opptil ett døgns varighet. Ved en konsentrasjonstid på 85 minutter og gjentakintervall på 20 år får vi en intensitet på ca. 24 mm eller ca. 47 l/s/ha.



Figur 42: IVF-kurver for varigheter opp til 1440 min.

Klimafaktor

I 2020 kom Norsk Klimaservicesenter med anbefaling om å skille på klimapåslaget avhengig av gjentakintervall og konsentrasjonstid, se Figur 43. Basert på konsentrasjonstiden i feltet på 85 min. benyttes klimapåslag på 40 %.

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentakintervall.

Gjelder fra januar 2020.

Figur 43: Klimapåslag etter anbefaling fra Norsk Klimaservicesenter.

### Avrenningskoeffisient

Avrenningskoeffisienten, C, sier noe om hvor stor andel av nedbøren som vil bidra til flomtappen. Basert på feltegenskapene er det beregnet en C-verdi for dette feltet på 0,4.

### 5.1.3 Resultat av flomberegning med rasjonelle metode

Oppsummering av inngangsparametere og resultat av flomberegning for 20-årsflom er vist i Tabell 1.

En flomvannføring på 2,8 m<sup>3</sup>/s er sannsynligvis for høy ettersom det er et relativt stort volum (ca. 2.000 m<sup>3</sup>) under jernbanebrua som må fylles opp før vannet renner videre over planområdet (se bl.a. Figur 23). Basert på Aaron og Kiblers metode for beregning av fordrøyningsvolum med variert utløp, vil maks utløp fra et slikt tenkt fordrøyningsvolum være på 2,4 m<sup>3</sup>/s. Dette forutsetter imidlertid at noe vann hele tiden renner ut av volumet, noe som sannsynligvis vil skjer her, via slukene i området og infiltrasjon til grunnen. Det er først når volumet er fylt opp at vann vil renne videre. Det er fornuftig å anta at slukene og infiltrasjonen har maks kapasitet på 0,4 m<sup>3</sup>/s.

For videre dimensjonering av flomveien legges det til grunn en flomvannføring  $Q_{20+40\%} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tabell 1: Inngangsparametere og resultat av beregning av 20-årsflom i flomveien nord i planområdet.

	Areal (ha)	Tc (min)	I (l/s/ha)	C	Q <sub>20</sub>	Klimapåslag	Q <sub>20+klima</sub>
Flomvei	100	85	47	0,4	2,0	40 %	2,8

### 5.2 Nødvendig dimensjon på flomvei

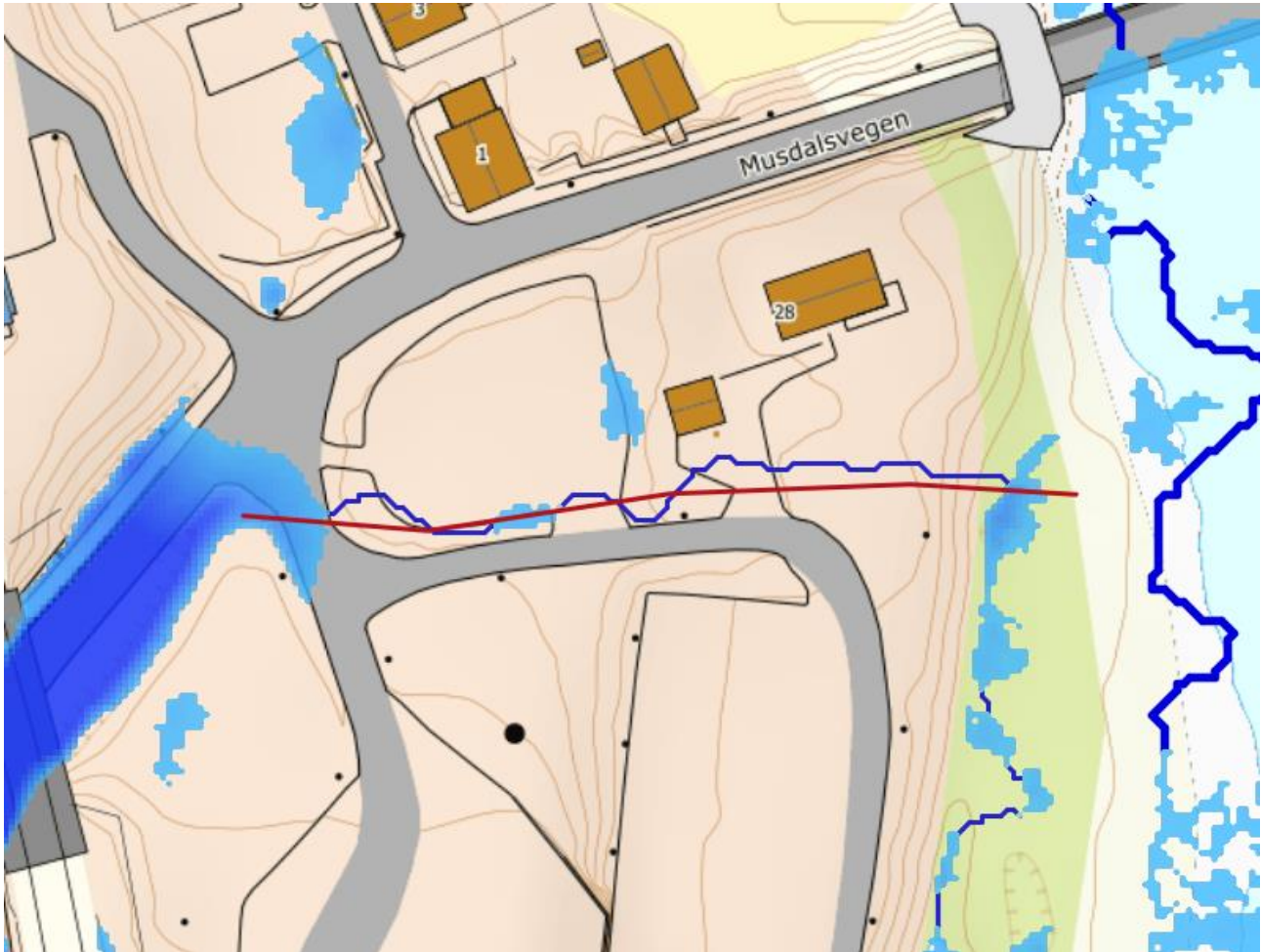
Det er benyttet Mannings formel for å estimere ca. nødvendig bredde/dybde av flomveien gjennom planområdet. Det forutsettes etablering av et forsenket grøntdrag langs vegen nord i området (se Figur 44). Ved kryssing av veg kan det etableres kulvert e.l.

Langs vegen har traseen et fall på 2 %. Ned mot Lågen blir det en del brattere, og her må det påregnes noe erosjonssikring. Dette må prosjekteres.

Grunnlag for dimensjonering og estimerte dimensjoner av flomvei er vist i Tabell 2. Dimensjoner kan justeres, men tverrsnittareal av grøft må være min.  $A = 1,3 \text{ m}^3$  inkl. sikkerhetsmargin. Eventuelle kulverter må ha dimensjon ca. 1200-1400 mm for å håndtere denne vannføringen.

Tabell 2: Grunnlag for og beregning av dimensjon på flomvei gjennom planområdet.

Grunnlag	
Helning, S0	0,02 (2 %)
Mannings n	0,03 (gresskledd, rett «renne»)
Grøftehelning	1:2
Bunnbredde	1 m
Q dim	2 m <sup>3</sup> /s
Resultat:	
Nødvendig dybde grøft, uten sikkerhetsmargin	0,5 m
Topp bredde grøft, uten sikkerhetsmargin	3 m
Anbefalt sikkerhetsmargin	50 % på vannføringen
Nødvendig dybde grøft, med sikkerhetsmargin	0,6 m
Topp bredde grøft, med sikkerhetsmargin	3,4 m



Figur 44: Rød strek angir aktuell trase for et forenklet grøntdrag som dimensjoneres for å håndtere 20-årsflom fra oppstrøms områder og internt overvann i planområdet.

## Referanser

- Federal Highway Administration og US Department of Transportation. (2005). *Hydraulic Design of Highway Culverts (Third edition) Fhwa-Hif-12-026*.
- Glad, P. A., Reitan, T., & Stenius, S. (2015). *Rapport nr. 13-2015, Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørsfelt*. NVE.
- Glad, P. A., Stenius, S., Leine, A.-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Dahl, M.-P., & Trondsen, E. (2022). *Veileder nr. 1/2022 - Veileder for flomberegninger*. NVE.
- Lillestrøm\_kommune. (2020-02-24). *Saksbehandling av plan for fase 1 og 2, samt prosjektering fase 1*. Lillestrøm kommune.
- NGU. (2022). *Kvartærgeologiske kart, løsmassekart*. NGU.
- ØRP. (2019-10-10, rev 2019-12-02). *Teknisk notat, Sørumsand BKB2 - Fase 1a*.
- Myrabø, S. (1991). *Flomberegninger. NVE Oppdragsrapport 8-91*.